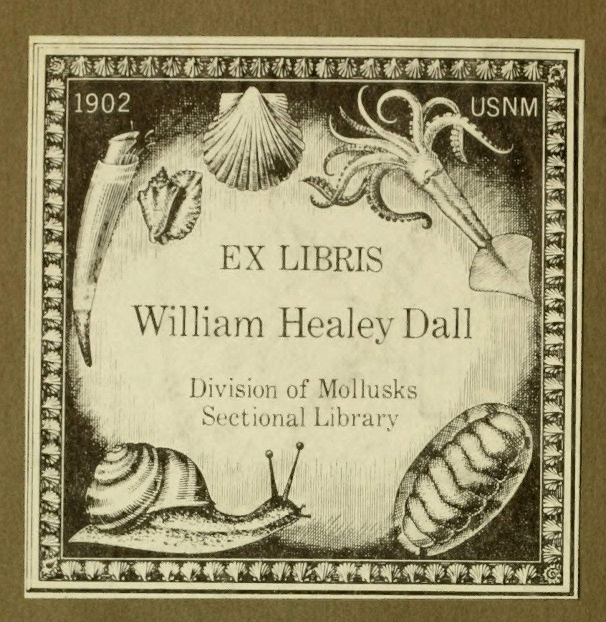
Barros 1890 I

Le stylet cristallin des Lamellibranches



1902
USNM
EX LIBRIS
William Healey Dall
Division of Mollusks
Sectional Library

EXTRAIT

de la

REVUE BIOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. Théod. BARROIS, Paul HALLEZ & R MONIEZ

Tome II. — 1889-1890

LE STYLET CRISTALLIN DES LAMELLIBRANCHES

PAR

le Dr Théod. BARROIS

(Avec trois planches hors texte et trois figures dans le texte).

LILLE
IMPRIMERIE TYPOGRAPHIQUE ET LITHOGRAPHIQUE LE BIGOT FRÈRES
68, rue Nationale, et 9-11, rue Nicolas-Leblanc

1890

EXTRAIT DE LA REVUE BIOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE
1re Année, N° 4, Janvier 1889.

LE STYLET CRISTALLIN DES LAMELLIBRANCHES

PAR THÉOD. BARROIS

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lille.

Il y a quelques semaines paraissait un travail de BRUNO HASELOFF sur la tige cristalline des Lamellibranches (1). Les conclusions de l'auteur allemand sont les suivantes :

1° *Le stylet cristallin semble exister chez tous les Bivalves.*

2° *Il est constitué par une substance voisine de l'albumine, et représente pour l'animal de véritables matériaux de réserve qu'il est appelé à consommer en temps de disette.*

3° *La substance constitutive du stylet cristallin n'est que le produit d'une transformation chimique des aliments, qui s'accomplit sous l'influence d'un suc digestif enzymatique, à l'époque où la nourriture est abondante.*

Si je me range sans conteste à l'opinion d'HASELOFF en ce qui concerne la première de ces conclusions, il est loin d'en être de même pour les deux autres. D'après des recherches sur de nombreuses espèces de Lamellibranches, commencées il y a deux ans déjà, et que pour des raisons d'ordre divers j'ai été obligé d'abandonner à plusieurs reprises, j'ai tout lieu de croire que le stylet cristallin est d'origine épithéliale — ainsi que le pensait MILNE-EDWARDS en se basant sur la disposition des couches hyalines concentriques, d'épaisseur égale, qui en constituent la substance (2). Que le stylet soit renfermé dans un cœcum particulier, ou qu'il *semble* contenu dans la lumière même de l'intestin, l'épithélium qui tapisse ces parties offre toujours des caractères spéciaux : les cellules sont très hautes, pourvues d'un plateau cuticulaire épais, et limitées par une

(1) BRUNO HASELOFF : *Ueber den Krystallstiel der Muscheln, nach Untersuchungen verschiedener Arten der Kieler Bucht*, Osterode, 1888.

(2) Cette opinion a été acceptée par GEGENBAUR (*Manuel d'anatomie comparée*, trad. CARL VOGT, p. 490, Paris 1874) et par CLAUS (*Traité de Zoologie*, trad. MOQUIN-TANDON, p. 984, Paris 1884) ; ce dernier considère la tige cristalline comme le produit d'une sécrétion *périodique* de l'épithélium intestinal.

couche de cils extrêmement longs et denses dont il est aisé de constater les rapports avec la tige cristalline.

Cet épithélium remarquable, aux dépens duquel prendra naissance le curieux et problématique organe dont nous entreprenons l'étude, avait été déjà minutieusement décrit chez la Moule par Sabatier. Les figures d'Haseloff permettent vaguement d'en soupçonner l'existence, aussi ne conçoit-on guère comment ce dernier zoologiste a pu écrire la phrase suivante : « Si le stylet cristallin était d'origine épithéliale, on devrait trouver deux espèces dictinctes de cellules, les unes chargées de la sécrétion de cet organe, les autres, de l'absorption des aliments — ou encore, les mêmes cellules devraient fonctionner différemment selon les époques, et offrir, par conséquent, des caractères différents suivant les moments où on les examine — or il n'en est rien : il n'y pas deux espèces de cellules, et jamais je n'ai pu constater la moindre variation dans la constitution de l'épithélium (1). »

Pour ce qui est de la nature exacte de cet organe au point de vue chimique, les analyses détaillées que termine en ce moment mon excellent collègue et ami le professeur Lambling, nous renseigneront sans aucun doute à ce sujet.

Quant à admettre, ainsi que le fait Haseloff, d'accord en cela avec Hazay, que le stylet est un produit de réserve, la chose paraît plus qu'improbable. Si la théorie peut à la rigueur se soutenir pour les Naïades qui hivernent, pour ainsi dire, il n'en est pas de même pour tous nos Lamellibranches marins qui trouvent toujours une nourriture abondante, en quelque saison que ce soit : j'ai d'ailleurs ouvert plusieurs milliers de *Cardium edule,* à toutes les époques de l'année, et constamment j'ai rencontré le stylet dans le même état. On ne conçoit guère l'utilité d'un aliment de réserve dont l'animal ne trouverait point l'emploi sa vie durant. Je reviendrai d'ailleurs en détail sur ce sujet dans le courant du présent travail.

L'historique de la question n'a été fait par Haseloff que d'une façon incomplète; j'ai cru bon de le reprendre en détail, afin de rendre à chacun ce qui lui est dû, et pour exposer d'une façon bien nette les diverses théories qui ont été émises sur l'origine et l'usage de l'énigmatique organe qui nous occupe.

Lille, le 1er Décembre 1888.

(1) Haseloff : loc. cit., p. 34.

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

C'est ANTOINE VON HEIDE qui le premier, je pense, découvrit, dans l'appareil digestif des Acéphales, le singulier corps qu'il appela *stylet cristallin*, nom qui lui est resté. J'ai parcouru avec soin les auteurs anciens, Aristote, Rondelet, Belon, etc..., sans pouvoir rien trouver à ce sujet. Dans son excellent mémoire sur l'anatomie de la Moule, VON HEIDE a décrit en détail l'aspect extérieur, la forme du stylet cristallin et sa situation dans l'intestin : « Porro in ventriculo protuberet capitulum I. styli IK. ob diaphaneitatem crystallini dicti latentis in ductù LM. quem ductum pro Intestino habeo, tum quia nundum alia via, qua via contenta (exceptis hepaticis) deferuntur, mihi hactenus occurit ; tum quia ductus continuus est ductui N. qua excrementa alvi limosa continentur et per anum O. excernuntur. (1) »

La figure 7, à laquelle se rapportent les lettres ci-dessus indiquées, représente assez grossièrement la disposition du système digestif de la Moule ; le stylet cristallin est toutefois dessiné d'une manière très exacte. VON HEIDE en compare la substance à la gélatine qu'on retire par coction de la corne de cerf, si homogène que le microscope n'y peut déceler aucune trace d'organisation : « Stylus cristallinus KI. ejus longitudinis est ut occupet spatium ab I. ad M. Capitulum I. crassius est, sensim gracilescens usque ad K. superficies valde lœvis, substantia glutinosa similis gelatinæ densiori e cornu Cervi excoctæ : in tantum homogenea, ut microscopio diversitatem particularium detergere haud datum sit. (2) »

Quant à la fonction dévolue à ce stylet cristallin, VON HEIDE avoue avec naïveté qu'il l'ignore absolument, bien qu'il ait pensé tout d'abord que cet organe pouvait représenter quelque ferment alimentaire ou remplir quelque rôle dans l'acte de la génération : « Usum hujus styli me ignorare candide profiteor : rationem non video, quare is,

(1) A VON HEIDE : *Experimenta circa sanguinis missionem, fibras motrices, urticam marinam*, etc..., *accedunt ejusdem Auctoris observationes medicæ nec non Anatome Mytuli*. Editio nova, Amstelodami, 1686, p. 35-36 (L'édition princeps est de 1684).

(2) VON HEIDE : Loc. cit., p. 38.

uti conjectat *Willis* in Ostreis, pro spinali medulla esset habendus; quippe vicinis partibus tantum contiguus nullo modo continuus conspicitur ; hoc tamen emissi nervi efficerent. Aliquando cogitavi hunc stylum suppeditare alimini fermentum quin et dubitavi, an non esset intrumentum generationis ? quia aliæ partes, quibus hoc munus competit haud occurrunt. (1) »

D'après ce qu'on vient de lire ci-dessus, il semblerait que WILLIS eût déjà reconnu l'existence du stylet cristallin chez l'Huître, stylet cristallin qu'il comparait à la moelle épinière des Vertébrés. Il suffit de se reporter aux sources pour voir que VON HEIDE, d'ordinaire si sagace, a mal interprété le texte de son contemporain : ce que WILLIS compare à la moelle épinière, c'est cette épaisse bandelette qui, chez l'Huître comme chez la plupart des Lamellibranches, court d'un bout à l'autre de l'intestin, depuis l'estomac jusqu'aux environs de l'anus, et rappelle par son aspect le curieux organe (*typhlosolis)* qu'on rencontre dans le tube digestif du Lombric (2). Il est bon de rectifier cette erreur qui, comme nous le verrons plus tard, a été plusieurs fois reproduite.

LISTER (3) a figuré dans ses planches les stylets cristallins de deux Lamellibranches, celui du *Pectunculus vulgaris* (4) et celui du *Mytilus marinus* (5), sans donner d'ailleurs quelque appréciation au sujet de leur structure, de leur situation ou de leur usage.

C'est probablement à l'organe qui nous occupe que SWAMMERDAM fait allusion lorsqu'il dit en parlant du foie (qui fait corps pour ainsi dire, avec l'estomac, aussi SWAMMERDAM déclare n'avoir pu trouver ce dernier) du *Mytulus belgicus*, espèce commune dans les rivières

(1) VON HEIDE : Loc. cit., p. 38.

(2) TH. WILLIS : *Opera omnia*, t. II, De anima brutorum, pars prima, caput III, p. 15, Genève, 1680.

Voici le passage auquel VON HEIDE fait allusion :

« *Intestino* hoc per longum dissecto, et aperto, in fundo ejus corpus subdurum, et fere rotundum emisset, quod ab ano ad ventriculum ascendens, ibidem emergit, et sub œsophago versus caput protunditur : Simile huic in *lumbrico* reperitur, quod eo in cavum. *mesenterii* et *vasorum lacteorum* loco esse putamus : Secus vero in *Ostreo*, hoc corpus durum, et compactum, tali muneri minus aptum, *spinali medullæ* non absimile videtur. »

(3) M. LISTER : *Conchyliorum bivalvium utriusque aquæ exercitatio anatomica*, cum 10 tabul., London, 1696.

(4) Communément *Cockles*, dit LISTER : c'est sans doute le *Cardium edule*.

(5) *Mytilus edulis*.

des environs d'Amsterdam : « Subruffus ei color est, cœruleo tantillum accedens ; et qua vas ejus crassissimum est, ibi gelatinosa quasi materies in hoc continetur. (1) »

Je ne mentionne LESSER (2) que pour mémoire ; il ne parle même point du stylet cristallin, bien qu'il cite souvent le travail de VON HEIDE ; le savant pasteur se borne à rééditer les théories de WILLIS au sujet de la *moelle épinière* de l'Huître. Nous avons montré plus haut qu'il faut voir dans cette prétendue moelle épinière non pas le stylet cristallin, mais tout simplement la bandelette épaisse, dure, d'aspect blanchâtre qu'on rencontre d'ordinaire dans l'intestin des Lamellibranches, sur un parcours plus ou moins long.

Avec POLI s'ouvre une ère nouvelle ; les dissections sont conduites avec une rigoureuse précision, et les figures qui les représentent sont d'une exactitude remarquable : tous les zoologistes qui se sont occupés de Mollusques savent que le grand travail du naturaliste italien est une mine inépuisable de renseignements.

En dehors des mérites reconnus de l'auteur, les recherches de POLI empruntent une valeur toute particulière à ce fait que ses observations ont été répétées sur une nombreuse série de types différents : *Pholas dactylus. Solen strigilatus, Tellina planata, Cardium rusticum, Mactra Neapolitana, Donax trunculus, Venus chione, Arca Noae,* etc... et que ses conclusions sont le fruit de sérieuses comparaisons.

Voici les différentes parties que POLI reconnaît dans le sac abdominal des Lamellibranches : « Quæ in abdomine continentur sunt : 1° *os*, etc...; 2° *œsophagus*, etc...; 3° *ventriculus*, etc...; 4° *intestina*, etc...; 5° *stilus cristallinus*, teres, limpidissimus, ex alterâ parte plerumque clavatus, ex alterâ vero subulatus ; illinc in ventriculum sese insinuans ; in theca peculiari inclusus ; 6° *Hepar*, etc... ; 7° *viscus spongiosum*, etc... ; denique *ovarium*. (3) »

(1) SWAMMERDAM : *Biblia naturæ*, p. 191, pl. VI, fig. 13 et 14, Leyde, 1737.

Le Mollusque qui a été l'objet des études de SWAMMERDAM est désigné par l'auteur sous e nom de *Mytulus belgicus*. Désireux de savoir exactement quelle était cette espèce, je me suis adressé au Dr PAUL FISCHER ; voici ce que l'habile conchyliologiste, si compétent en ces matières, a bien voulu me répondre : « Il est fort difficile de savoir au point de vue spécifique ce que SWAMMERDAM a représenté sous le nom de *Mytulus belgicus* : sa figure est très mauvaise. Cependant, on peut circonscrire le débat entre 3 espèces d'*Unio* des Pays-Bas : *Unio tumidus, U. pictorum* et *U. batavus*. J'incline vers cette dernière interprétation.....»

(2) LESSER : *Testaceo-Theologia*, p. 580, Leipzig, 1744.

(3) POLI : *Testacea utriusque Siciliæ*, t. I, p. 40, Parmae, 1791-1827.

Le premier, Poli reconnaît que le stylet cristallin est formé, chez les Pholades par exemple (1), d'une série régulière de couches hyalines concentriques, dont la substance constitutive, flexible et élastique, rappelle par son aspect le cristal le plus pur : « Pholadis anatome observare licebit constare ipsum ex innumeris veluti thecis hyalinis, altera in alteram regulariter insertis, ac strenue simul coalescentibus... Ejus substantia refert adamussim crystallum purissimum, *flint-glass* ab Anglis nuncupatum : est autem flexilis, et valde elasticus. (2) »

Les relations du stylet cristallin avec les organes de la digestion sont très nettement établies : ce stylet, enveloppé d'une gaîne propre, de consistance cartilagineuse comme on peut le voir en disséquant *Mactra glauca*, proémine dans l'estomac par une de ses extrémités, sur laquelle s'insère généralement un corps particulier, également cartilagineux, qu'en raison de ses formes bizarres l'auteur désigne sous le nom de flèche à trois pointes *(sagitta tricuspis)*. Mais la tige cristalline n'est point toujours contenue dans un cœcum spécial, et on la trouve parfois dans l'intestin lui-même, que, dans ce cas, une cloison longitudinale divise en deux portions distinctes destinées, l'une à loger la tige, et l'autre à conduire les aliments, c'est-à-dire à servir d'intestin proprement dit; c'est ce qu'on peut observer chez le *Cardium rusticum* par exemple : « Intestinum jejunum (si ita ipsum appellare fas est) medio septo longitudinali in geminas fistulas discriminatur, quarum altera vero thecam efficit styli cristallini, cujus apex sagitta tricuspide communitas ingluviem de more subit (3). »

Poussé par une curiosité scientifique qu'on ne saurait assez admirer, Poli cherche à se rendre compte des propriétés physiques de la substance qui constitue ce curieux organe : il est, dit-il, très friable lors de sa croissance, et si gélatineux chez certains mollusques qu'il se dissout très rapidement dans l'eau.

Suit une tentative rudimentaire d'analyse chimique :

« Et revera styli hujusmodi in genere ebullienti aqua perciti in substantia oleoso-gelatinosam immutantur. Si vero igne comburantur, ingentem copiam aeris phlogistici cum aquoso vapore consociatam præbent cum modico carbonis. Actioni spiritus vini commissi penitus

(1) Poli : Loc. cit., t. I, p. 46-47, pl. VII, fig. 9-11.
(2) Poli : loc. cit., t. I, p. 41.
(3) Poli : loc. cit., t. I, p. 46-47, pl. XVI, fig. 12-14.

intemerati manent. Ex quibus luculenter colligitur ipsis ex oleo, glutineque animali, a ligamentosa calidorum animalium substantia haud absimili, esse coagmentatos (1). »

Le savant naturaliste reste très perplexe au sujet des fonctions qui pourraient être dévolues à un si bizarre appareil, auquel il avait d'abord pensé attribuer un rôle dans la propagation de l'espèce, opinion qu'un examen plus attentif lui fit abandonner. Poli se borne à ce prudent aveu et n'émet quelque vue originale qu'au sujet des attributions de la *sagitta tricuspis* dont les aspérités, dit-il, pénétrant plus ou moins profondément dans les canaux biliaires, serviraient ainsi à modérer, à régulariser, pour ainsi dire, l'afflux de la bile.

Cuvier n'apporte aucun jour nouveau dans la question; il se borne à rapporter sommairement les observations de Willis (2), de Swammerdam et de Poli, admettant, au sujet de l'usage du stylet cristallin et de la flèche à trois pointes, les théories de ce dernier auteur (3).

Une tentative d'explication dans un esprit tout différent est faite quelques années plus tard par C. J. Carus, qui estime que : « On doit considérer comme un vestige de *splanchnosquelette* un corps cartilagineux en forme de dent, fixé sur une racine qu'enveloppe une gaîne particulière, et faisant saillie dans l'estomac, qu'on a coutume d'appeler *style cristallin* (4). »

(1) Poli : loc. cit., t. I, p. 41.

(2) J'ai redressé plus haut cette erreur d'interprétation et démontré, je pense, que Willis n'eut jamais l'intention de parler de la tige cristalline, qu'il est rare, d'ailleurs, d'observer chez les huîtres qu'on apporte sur nos marchés.

(3 G. Cuvier : *Leçons d'anatomie comparée* recueillies par Duvernoy, t. IV, p, 122-123, pl. XIV, fig. 10, Paris 1805.

(4) C.-J. Carus : *Lehrbuch der Zootomie,* Leipzig 1818. Le passage cité ci-dessus est extrait de la traduction française, publiée par Jourdan, sous le nom de *Traité élémentaire d'anatomie comparée,* t. I, p. 117, Paris 1835.

Dans le tome II, p. 12, Carus revient en ces termes sur la tige cristalline : « ...chez beaucoup de Mollusques, par exemple les Pholades, les Tellines et les Cœurs, d'après Poli, on aperçoit, au commencement du canal intestinal, sur sa face extérieure, un stylet ou dard cartilagineux (stylus cristallinus), dont la pointe perce une cloison particulière et la paroi de l'intestin (fig. XI) et dont il a été déjà parlé en traitant du *splanchnosquelette.* »

Cette phrase, un peu obscure, il faut bien le reconnaître, a été mal interprétée récemment par Haseloff (*Ueber den Krystallstiel der Muscheln, nach Unsersuchungen verschiedener Arten der Kieler-Bucht,* Osterode 1888), qui veut y voir l'assurance que

De Blainville, sans rapporter aucune des opinions ayant cours à son époque, estime qu'il est à peu près impossible de fixer l'usage du stylet cristallin, ou mieux, des stylets cristallins, car le savant malacologiste admet, sans en donner la raison, l'existence dans un même Lamellibranche, de plusieurs stylets qui naîtraient dans les sinus des canaux biliaires (1).

Mentionnons également les figures données par un anonyme (Bojanus, selon toute probabilité) dans l'*Isis* de 1827, et représentant, sans texte explicatif, une dissection d'estomac d'Anodonte : en un repli de la paroi stomacale est figuré un singulier corps d'aspect extrêmement irrégulier, que l'auteur assimile à la tige cristalline des autres Lamellibranches (2).

Les suppositions les plus diverses, nous l'avons vu, ont été émises par les différents observateurs au sujet des fonctions à attribuer au singulier corps qui nous occupe : von Heide, après avoir rejeté l'idée que le stylet pouvait jouer quelque rôle dans l'acte de la génération, hasarde l'opinion qu'il pourrait bien fournir quelque ferment digestif; Poli pense que les pointes de la flèche tricuspide servent peut-être à modérer le cours de la bile ; Carus croit qu'il faut voir dans cet appareil les vestiges d'un organe de soutien, d'une sorte de *splanchnosquelette !*

La série des hypothèses n'est point épuisée, et Meckel nous le prouve en émettant la théorie que la tige cristalline « représente vraisemblablement un indice de la langue des Céphalophores, et par conséquent un organe de mastication » (3).

le stylet fait saillie hors de sa gaîne d'enveloppe ; cet auteur affirme que si Carus a réellement rencontré une tige cristalline dont la pointe perçait la paroi de l'intestin, le fait résultait évidemment d'une déchirure produite accidentellement par l'observateur. En suivant attentivement le texte, il est aisé de voir que Carus ne donne pas ici le fruit de ses propres remarques ; il cite tout bonnement « d'après Poli », comme il le dit lui-même, et la figure qu'il donne me paraît une simple réduction du dessin de Poli (*Mactra Neapolitana*). En écrivant que « la pointe du stylet perce une cloison particulière et la paroi de l'intestin », le savant allemand a seulement voulu dire qu'une des extrémités de ce curieux organe (ainsi qu'il le figure d'ailleurs dans son dessin) fait saillie dans la cavité stomacale.

(1) De Blainville : *Manuel de Malacologie,* p. 123 et p. 155, Paris 1825.

(2) Anonyme : Oken's Isis, pl. IX, fig. 6, 7, 9 et 10, Iéna 1827.

(3) J.-F. Meckel : *System der vergleichenden Anatomie,* Halle 1829. Traduction française, t. VII, p. 272-274, Paris 1836.

Cet auteur admet les idées de Poli en ce qui concerne la structure et la situation du stylet cristallin, ne les rectifiant qu'en ce point : la gaîne de ce stylet est toujours de nature *membraneuse*, et non *cartilagineuse*, ainsi que l'avait avancé le savant zoologiste italien. Meckel fait en outre une importante observation que je cite textuellement, car j'aurai plus d'une fois à y revenir : « En examinant des *Solen* frais ou parfaitement conservés, je trouvai constamment le style cristallin dans cette gaîne, tandis que dans les échantillons plus anciens de ce genre et d'autres, tels que les *Cardium, Venus, Arca*, où il existe réellement, je trouvai la gaîne vide : cette circonstance tient à sa facile solubilité dans l'eau comme Poli le dit aussi » (1).

Au fur et à mesure que les recherches zoologiques se multiplient, on voit augmenter progressivement le nombre des Lamellibranches chez lesquels est signalée la présence du stylet cristallin. Quoy et Gaimard racontent que les naturels de la Polynésie mangent crus les *Tridacna gigantea* et ils les ont vu retirer de ces mollusques un long stylet cartilagineux élastique (2). P.-J. van Beneden retrouve chez *Dreissena polymorpha* un cœcum, « analogue, dit-il, à celui qui loge le cristallin au printemps dans plusieurs bivalves », mais ne contenant, au moment où il a fait ses observations, qu'une « substance pulpeuse, granulée » (3). Peut-être pourrait-on homologuer à ce même cœcum le court cul-de-sac que Owen a signalé sur l'intestin de la Clavagelle (4).

Garner donne d'excellentes figures du tube digestif des *Solen ensis*, *Mactra stultorum, Cardium echinatum*, et mentionne l'existence du stylet chez quelques autres types, en particulier chez l'Anomie, alors qu'il manquerait chez les autres Monomyaires (5). Pour lui, l'usage de cet organe est multiple : analogue à la langue des Céphalophores, il servirait en outre à donner de la rigidité au pied, et les pointes

(1) Meckel : loc. cit., p. 274.

(2) Quoy et Gaimard ; Voyage de la corvette *l'Astrolabe*, Zoologie, Mollusques, t. II, p. 485, pl. LXXIX, fig. 5, Paris 1833.

(3) P.-J. van Beneden : *Mémoire sur le Dreissena* (Ann. des scienc. nat., 2e série t. III, p. 203, pl. VIII, fig. 5, 1835).

(4) R. Owen : *On the Anatomy of Clavagella* (Trans of the Zool. Soc., t. I, p. 272 1835).

(5) R. Garner : *On the Anatomy of the Lamellibranchiate Conchifera* (Trans. of the Zool. Soc., t. II, p. p. 89-90, pl. XVIII et XIX, fig. 8, 9 et 10, 1841).

de la flèche tricuspide auraient pour fonction de modérer l'afflux de la bile, ainsi que le disait Poli.

L'étude des Naïades fournit à von Siebold des résultats intéressants, car, en dehors de cette masse irrégulière signalée par Bojanus dans l'estomac de l'Anodonte et assimilée par lui au stylet cristallin (1), le savant anatomiste semble avoir observé une véritable *tige cristalline* cylindrique : « Chez les Naïades, où le cœcum manque, et où ce singulier organe s'étend de l'estomac dans l'intestin, j'y ai toujours distingué deux substances, l'une corticale, l'autre médullaire.
« La première, formée d'une sorte de tubes, est homogène, transparente et composée de couches concentriques de la consistance du blanc d'œuf cuit. La substance médullaire est également transparente et homogène, mais de nature plutôt gélatineuse, et elle contient une quantité plus ou moins grande de petits granules *(Unio)* ou de bâtonnets *(Anodonta)* qui sont insolubles dans les acides et donnent à la tige cristalline, dans les points où ils sont rassemblés en grand nombre, une couleur blanchâtre quand on examine cette tige à la lumière réfléchie » (2).

Avec Deshayes (3), on voit encore s'augmenter la liste des formes dont le tube digestif recèle un style cristallin : *Pholas*, *Mactra stultorum*, *Lutraria elliptica*, *Solecurtus*, *Corbula inæquivalvis*, *Mesodesma*, *Trigonella (Scrobicularia) piperata*, *Tellina nitida*, *Psammobia*, *Donax*, *Teredo* (4) etc. L'auteur donne d'excellentes figures de la flèche tricuspide de *Trigonella piperata* (5) et de *Tellina nitida* (6); il attribue à ces pièces une importante fonction dans la mastication des aliments.

Dans son mémoire sur le genre Taret, M. de Quatrefages déclare

(1) Nous verrons plus loin qu'il faut voir dans ce corps l'homologue de la flèche tricuspide.

(2) C. Th. von Siebold : *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere*, Berlin 1848 (Trad. française, t. II, 2e partie, p. 265, Paris 1850).

(3) Deshayes : *Exploration scientifique de l'Algérie*, Mollusques t. I, Paris 1848.

(4) Deshayes décrit le cœcum, qui est très grand, comme un second estomac, dans lequel il n'a pas rencontré de stylet, mais qui paraît quelquefois occupé par les matières alimentaires (?) : il s'agit sans doute de la tige entrée en diffluence.

(5) Deshayes : Loc. cit., pl. LV, fig. 4 et pl. LIX, fig. 4.

Dans la figure 5 de cette dernière planche, l'auteur figure un fragment fortement grossi de cette flèche tricuspide, dans lequel on peut constater la présence d'un grand nombre de granulations rappelant celles que von Siebold a signalées chez les Naïades.

(6) Deshayes : Loc. cit., pl. LXXIII, fig. 3.

avoir rencontré, chez les deux espèces qu'il a étudiées, un stylet énorme proportionnellement aux viscères, entouré d'une gaîne fibreuse assez résistante, et formé en entier d'une substance tellement homogène et transparente que les plus fortes lentilles de son microscope ne lui ont rien montré quant à sa structure : « L'effet, dit-il, était exactement le même que si j'eusse soumis à mon instrument un morceau du plus pur cristal (1). »

Pour BAUDON, le cristallin des Naïades, de forme obtusément quadrilatère, demi-membraneux, mou et translucide, adhère par un point d'attache extrêmement ténu à l'épithélium stomacal. On ne le trouve pas à toutes les époques, et c'est principalement au printemps que l'auteur l'a rencontré dans l'estomac des Anodontes de tout âge (2).

Signalons également les passages relatifs au stylet cristallin dans les travaux de M. DE LACAZE-DUTHIERS sur l'Anomie (3), de MOQUIN-TANDON sur les Naïades (4), de E. BLANCHARD sur les Pholades (5), et la compilation de J.-V. CARUS (6) qui ne fait que rééditer des figures empruntées à GARNER

H. MILNE-EDWARDS le premier, je crois, émit l'idée que le stylet présente quelque analogie avec une production épithéliale : « il paraît être le résultat d'une sécrétion épithélique, car il se compose de couches concentriques (7). » Quant à son usage, le savant zoologiste pense qu'il est destiné à remuer les matières alimentaires pendant qu'elles sont soumises à l'action des sucs gastriques.

Au sujet de l'origine du stylet cristallin, VON HESSLING est du

(1) DE QUATREFAGES : *Mémoire sur le genre Taret* (Annales des sciences nat., 3e sér., t. IX, p. 40 et suiv., 1849).

(2) DROUET : *Etudes sur les Anodontes de l'Aube* (Revue et magasin de zoologie, année 1853, nº 6, p. 6 à 8, pl. II, fig. 2). La partie anatomique de ce travail est due à BAUDON.

(3) DE LACAZE-DUTHIERS : *Sur l'organisation de l'Anomie* (Ann. des scienc. nat., 4e sér., t. II, p. 13-14, pl. I, fig. 3, 1854.

(4) MOQUIN-TANDON : *Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles de France*, t. I, p. 48-49, pl. XLIII, fig. 11, Paris, 1855.

(5) Em. BLANCHARD : *Organisation du règne animal, Mollusques acéphales*, pl. III, fig. 4 et 6.

(6) J.-V. CARUS : Icones zootomicae, pl. XIX, fig. 2, 3, 4 et 16, Leipzig, 1857.

(7) H. MILNE-EDWARDS : *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux*, t. V, p. 362, Paris, 1859.

même avis que MILNE-EDWARDS (1) : il estime que c'est une production cuticulaire qui, chez l'*Unio margaritifera*, présente tous les caractères que VON SIEBOLD a assignés d'une façon générale au stylet cristallin des Naïades.

Chez les diverses Tridacnes qu'il a étudiées, L. VAILLANT a rencontré un énorme stylet, long de 6 à 8 centimètres, logé dans un cœcum spécial (2). Cet organe manquait au contraire, ou tout au moins semblait manquer, chez deux autres Lamellibranches de la famille des Malleacés (*Vulsella linguatula* et *Crenatula phasianoptera*) dont le même auteur a donné une anatomie soignée (3).

Le lecteur se rappelle que VON HEIDE et POLI avaient tout d'abord été enclins à considérer le stylet comme jouant quelque rôle dans l'acte de la génération ; à près de deux cents ans de distance, cette théorie abandonnée par ses auteurs eux-mêmes comme absurde, au sens scientifique du mot, trouva cependant encore un partisan dans la personne de CAILLIAUD. Le directeur du musée de Nantes admettait que les Pholades étaient hermaphrodites (le contraire a été démontré depuis), et que la tige cristalline était en relation avec le phénomène de la fécondation (4). Cette opinion n'était guère soutenable, d'autant plus que le stylet se rencontre chez nombre de Lamellibranches à sexes séparés, autres que les Pholades, et que la liste des espèces chez lesquelles existe ce singulier organe, allait toujours s'augmentant. Quelques années plus tard en effet, SELENKA signalait sa présence dans le court cœcum de la *Trigonia margaritacea* (5).

Les ressources de l'anatomie pure étaient impuissantes à donner la solution du problème, et les esprits étaient toujours aussi flottants au sujet de l'origine et de l'usage du stylet cristallin, lorsque SABATIER

(1) VON HESSLING : *Die Perlmuscheln und ihre Perlen*, p. 267 et 270-271, Leipzig, 1859. L'auteur admet que le stylet est plus commun *au printemps* que dans les autres saisons : il ne dit malheureusement pas si cette opinion résulte d'observations personnelles.

(2) L. VAILLANT : *Recherches sur la famille des Tridacnidés* (Ann. des scienc. nat., 5e série, t. IV, p. 76-77, 1865.

(3) VAILLANT : *Mémoires sur l'anatomie de deux Mollusques de la famille des Malleacés :* la *Vulsella linguatula* LMK. et la *Crenatula phasianoptera* LMK. (Ann. des scienc. nat., 5e sér., t. IX, 1868).

(4) Cité, sans autre indication bibliographique, par GWYN JEFFREYS : *British Conchology,* t. III, p. 95, 1865.

(5) SELENKA : *Zur Anatomie von Trigonia margaritacea* (Malacologische Blätter, Bd. XV, p. 66-72, pl. II, fig. 2, 1868).

entreprit, en 1877, ses belles recherches de fine anatomie et surtout d'histologie sur la Moule commune, recherches dont ses successeurs n'ont pas assez tenu compte (1). Le savant professeur de Montpellier délimite d'abord d'une façon bien nette les différentes parties du tube digestif : à l'œsophage, très court, fait suite *l'estomac utriculaire*, dont la face inférieure fournit un petit cul-de-sac, le *diverticulum stomacal*, tandis qu'à sa partie postérieure s'embouche *l'estomac tubulaire*. Deux bandelettes épaisses se rejoignant presque par leur bord libre, divisent cet estomac tubulaire en deux gouttières, l'une inférieure, plus petite, et l'autre supérieure, beaucoup plus grande ; c'est dans cette dernière qu'est toujours logé « un stylet cristallin de consistance cartilagineuse, dur et cassant, qui s'étend dans toute la longueur de cette portion tubulaire de l'estomac. Ce stylet, résistant sur l'animal très frais, se ramollit bientôt, finit par devenir diffluent et par disparaître au bout de quelques jours, quoique l'animal soit encore vivant, mais dans un laboratoire et en dehors de ses conditions normales de vie et de nutrition. C'est ce qui fait, qu'après un certain temps, on ne trouve plus le stylet » (2).

L'intestin prend naissance à la partie terminale de l'estomac utriculaire, dans la gouttière inférieure.

La partie de beaucoup la plus intéressante du travail de Sabatier a trait à l'étude histologique approfondie qu'il fit des diverses parties du tube digestif. Sans nous arrêter à rapporter ici en détail les résultats obtenus par l'auteur (nous aurons à y revenir maintes fois au courant de ce travail), il est bon de faire remarquer la différence considérable qui existe entre les épithéliums qui revêtent respectivement les deux gouttières de l'*estomac tubulaire :* tandis que la gouttière *inférieure* est tapissée par un épithélium vibratile dont les cellules mesurent 0 mm 02 et les cils 0 mm 007 de longueur, la gouttière *supérieure* possède un épithélium particulier, d'aspect brun jaunâtre, et doué de caractères saillants. Les cellules qui composent cet épithélium sont cylindriques et ont depuis 0 mm 04 jusqu'à 0 mm 06 de longueur ; leur bord libre est pourvu d'une cuticule brillante de 0 mm 002 d'épaisseur, sur laquelle s'insèrent des cils qui attirent l'attention par leur volume et par leur longueur (0 mm 02), et forment

(1) Sabatier : *Etudes sur la Moule commune*, pl. XXVII bis, fig. 1 et 6, Montpellier, 1877.

(2) Sabatier : Loc. cit., p. 17.

à la surface de l'épithélium une sorte de couche très serrée, et très puissante (1).

Pris entre cette épaisse couche de cils rudes d'une part et la surface du stylet cristallin de l'autre, les aliments seraient malaxés et broyés, le stylet jouant en quelque sorte le rôle d'un organe masticateur.

Quant à la nature et à l'origine de la tige, SABATIER ne semble point s'en être préoccupé. C'est pour cette raison, sans doute, que le savant Professeur n'a pas soupçonné les relations qui pouvaient exister entre cette tige et le curieux épithélium dont il a minutieusement décrit les caractères, et qu'il considère comme un épithélium de *sécrétion et d'absorption des matières dissoutes.* C'est un épithélium spécial qui ne se rencontre nulle part ailleurs; l'auteur le dit expressément : « l'épithélium brun jaunâtre de la gouttière supérieure de l'estomac tubulaire appartient exclusivement à cette région de l'estomac (2). »

Les observations les plus détaillées que nous possédions sur la nature et sur les fonctions de la tige cristalline sont certainement dues à HAZAY (3), dont le travail a malheureusement passé presque inaperçu. Voici les principaux résultats auxquels est arrivé le naturaliste hongrois en étudiant les Naïades : il est très rare de rencontrer le stylet cartilagineux *(Knorperstiel)* pendant le printemps, ou, s'il existe, c'est seulement à l'état rudimentaire (4) ; en été, il apparaît incomplet, sous forme d'une plaque informe; en automne, au contraire, il est bien développé chez tous les Mollusques.

Durant toute la saison chaude, du printemps à l'automne, on trouve dans l'estomac des Naïades une masse gélatineuse *(Magengallert)* jaune ou d'un brun jaunâtre (5). C'est aux dépens de cette

(1) SABATIER : Loc. cit., p. 25-27.

(2) SABATIER : Loc. cit., p. 28.

(3) HAZAY : *Die Mollusken-Fauna von Budapest mit besonderer Rücksichnahme auf die embryonalen und biologischen Verhältnisse ihrer Vorkommnisse,* II Biologischen Theil, p. 159-165, pl. XIV, fig. 20-22, Cassel 1881.

(4) Je rappelle que ce *Knorperstiel* n'est point pour moi la véritable tige cristalline, mais qu'il correspond à la *flèche tricuspide* de POLI.

(5) Chez *Unio tumidus,* HAZAY a vu souvent la masse gélatineuse *(Magengallert)* prendre une coloration rouge due à la présence de petits corpuscules rhomboédriques de la teinte du rubis.

substance que se formera le stylet *(Knorperstiel)* dès le commencement d'octobre, et plus tard, vers les derniers jours de ce mois ou le début de novembre, une sorte de cordon hyalin *(Dünndarmkörper)* qui occupera toute la longueur de l'intestin grêle, et pourra atteindre jusqu'à 85^{mm} de longueur sur 2^{mm} de diamètre (1).

A la suite d'une série de réactions chimiques, HAZAY en est arrivé à conclure que la substance du stylet, ainsi que celle du cordon contenu dans l'intestin, est de nature albuminoïde, et qu'elle résulte d'une transformation des aliments sous l'influence des sucs digestifs.

La tige hyaline de l'intestin *(Darmkörper)* constitue ainsi un véritable *produit de réserve* que l'animal consomme progressivement durant la longue période d'hibernation ; quant au stylet *(Knorperstiel)*, il joue le rôle d'une sorte de clapet destiné à obturer l'orifice par lequel l'intestin s'ouvre dans l'estomac, et à empêcher la tige hyaline de refluer en arrière; puis il est résorbé à son tour.

Dans certains cas, l'animal n'emploie pas complètement ses réserves, et l'on rencontre alors au printemps les restes informes du *Knorperstiel*, tandis que le *Darmkörper* est encore reconnaissable sous forme d'un mince filet qui l'hiver suivant servira d'axe au nouveau cordon hyalin. C'est ce qui expliquerait, dit HASELOFF, pourquoi von SIEBOLD a distingué deux substances dans le stylet cristallin des Naïades, l'une corticale et l'autre médullaire.

La théorie donnée par HAZAY est certes séduisante, mais elle a le grand défaut d'être basée sur l'étude de deux genres seulement, très voisins l'un de l'autre, et vivant dans des conditions d'existence particulières; en outre, les observations du malacologiste hongrois perdent un peu de leur valeur parce que, durant l'hiver, elles ont été faites sur des animaux gardés en aquarium.

Le fait que des réserves alimentaires puissent être emmagasinées dans l'intestin lui-même (ce qui n'a jamais été observé chez aucun animal) parait d'ailleurs si extraordinaire que KRÜKENBERG (2) se refuse à l'admettre, quelque ingénieuse que puisse paraître l'explication donnée par HAZAY. L'éminent physiologiste aime mieux voir dans le stylet cristallin une sorte d'organe destiné à remplir presque complètement la lumière du tube intestinal et à mettre ainsi le

(1) C'est le véritable stylet cristallin.
(2) KRÜKENBERG: *Vergleichend-physiologische Vorträge*, Bd. I, p. 63, Heidelberg 1886.

chyme en contact plus intime avec l'épithélium absorbant ; ce mécanisme rappellerait un peu le mode d'action du *Typhlosolis* des Lombriciens, par exemple (1).

En 1883, Möbius constate la présence du stylet cristallin sur les Huîtres au moment où elles viennent d'être retirées de la mer, tandis qu'on ne le retrouve plus chez les exemplaires qui arrivent sur les marchés ; dans la substance même du stylet se mouvaient des Protozoaires de l'espèce *Trypanosoma Balbiani* Certes (2). La même année, le professeur de Lacaze-Duthiers, ayant eu l'occasion de disséquer quelques spécimens du rare genre *Aspergillum* rechercha en vain le cœcum et la tige cristalline (3) : peut-être faut-il attribuer l'absence de cette dernière à ce que les animaux étaient conservés depuis longtemps dans l'alcool, ou qu'ils n'y avaient point été déposés en parfait état de conservation ?

Le travail de Purdie, s'il ne jette aucune lumière sur l'origine et les usages du stylet cristallin, mérite une mention toute spéciale à cause des excellents renseignements anatomiques qu'il nous donne sur le genre *Mytilus*. D'études comparatives entreprises sur trois espèces de Moules (*Mytilus latus*, *M. edulis* et *M. magellanicus*), l'auteur a pu conclure que les diverses parties du tube digestif varient dans leurs dispositions anatomiques chez des formes très voisines : c'est ainsi que chez *M. latus* l'intestin s'embranche *directement* sur l'estomac et que la tige cristalline est logée dans un cœcum spécial (*pyloric cœcum*), d'une longueur remarquable (il s'étend jusque dans le lobe gauche du manteau), et accolé étroitement à l'intestin dans une grande partie de son parcours (4).

Révisant les noms donnés par Sabatier aux différentes parties du tube intestinal de *Mytilus edulis*, Purdie critique avec raison le

(1) Il est curieux de rapprocher cette opinion de celle de Willis, que j'ai rapportée plus haut (p. 127, note 2) ; l'épaisse bandelette à laquelle le vieil auteur fait allusion, semble exister dans l'intestin de la majeure partie des Bivalves, et c'est elle, et non point le stylet cristallin, qu'on peut comparer avec quelque apparence de raison au *Typhlosolis* des Lombriciens.

(2) K. Möbius : *Trypanosoma Balbiani* Certes *im Krystallstiel schleswigholsteiner Austern* (Zool. Anzeiger, VI Jahrg., p. 148, 1883).

(3) De Lacaze-Duthiers : *Morphologie des Acéphales*. — 1er Mémoire : Anatomie de *l'Arrosoir* (Arch. de zool. expérim. et génér., 2e sér., t. I, p. 698, 1883).

(4) Alex. Purdie : *Studies in Biology for New-Zealand Students*. — No 3 *The anatomy of the common Mussels*. Wellington, 1887.

terme de *estomac tubulaire*, employé par le savant Professeur de Montpellier pour désigner la portion comprise entre le véritable estomac (*estomac utriculaire* de SABATIER) et l'intestin dit *récurrent* :

« I would suggest thar the part called the tubular stomach by Sabatier is not simply part of the stomach but represents intestine and cœcum. Its structure as given above favours this supposition. The upper part is already a semitube containing the style, and this semitube tapers from before backwards exactly as does the pyloric cœcum in *M. latus*. The channel ventral to the crystalline style would then represent the direct intestine of *M. latus*, and it is, in fact, partly enclosed by two overhanging longitudinal ridges. A diaphragm below the crystalline style roofing over this channel would form an arrangement exactly comparable to that in *M. latus*, making allowance, of course, for the very abnormal development of the pyloric cœcum in that species. The smallness of the channel taken to represent the direct intestine of *M. latus* may be accounted for by the space round the crystallin style being pressed into service for the passage of food (1) ».

Je me range complètement à l'opinion de PURDIE, et j'avais depuis longtemps adopté cette façon d'interpréter les choses, lorsque m'a été connu le travail de l'auteur anglais, travail que j'ai pu me procurer seulement il y a quelques semaines (2).

Mentionnons simplement le mémoire d'EGGER qui admet l'origine épithéliale du stylet cristallin, dont il a pu déduire l'existence, chez *Pholadidea* et chez *Jouannetia ummingii*, de la présence du cœcum spécial dans lequel est ordinairement logé cet organe (3). D'après la figure 37 de la planche II, il est aisé de constater que ce cœcum est tapissé de cet épithélium à cils vibratiles très longs et très denses, auquel j'ai fait plus d'une fois allusion.

Avant de clore cette liste déjà longue, je signalerai encore le dessin donné par C. VOGT et YUNG, représentant une coupe de l'in-

(1) PURDIE : loc. cit., p. 14, pl. IV, fig. 13 à 16 et pl. X, fig. 42 à 44.

(2) Malgré toutes mes démarches, je n'ai pas pu prendre connaissance du mémoire de F. HITCHCOCK : *Note on the crystalline style in Mya arenaria* (Americ. Assoc. for Advanc. of Science, 1886).

(3) E. EGGER : *Jouannetia Cummingii* Sow, *eine morphologische Untersuchung*, p. 32-33. Wiesbaden, 1887.

testin de l'*Anodonta anatina* et du stylet qu'il contient (1); il ressort clairement de l'examen de cette figure que le *Dünndarmkorper* de Hazay est composé d'une série de couches concentriques, et qu'il offre, par conséquent, tous les caractères du véritable stylet cristallin.

Quant à la thèse inaugurale d'Haseloff, le seul travail d'ensemble qui ait paru sur la question, j'en ai déjà donné les conclusions dans ma préface, et j'aurai maintes fois l'occasion d'en reparler au cours de cette publication. En somme, Haseloff accepte les théories d'Hazay au sujet de l'origine et du rôle de la tige cristalline, qu'il a étudiée chez *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Mya arenaria*, *Cyprina islandica*, *Tellina baltica*, *Corbula gibba* et *Scrobicularia piperata*. L'exposé des résultats anatomiques est plus que succinct, et la partie vraiment originale des recherches consiste en une série d'expériences entreprises en vue de prouver que la substance propre du stylet constitue véritablement un produit de réserve, destiné à être consommé par l'animal en temps de disette (Haselof ne connaissait point à cette époque le mémoire de Hazay); je reproduirai plus loin, dans le chapitre relatif aux fonctions de la tige cristalline, la manière dont ces expériences ont été conduites.

DEUXIÈME PARTIE

Si nous résumons tout ce qui a été écrit par les différents auteurs au sujet de la situation occupée par le stylet cristallin dans le tube intestinal, nous arriverons aux trois propositions suivantes :

1° Le stylet est contenu dans un cœcum spécial qui lui sert, pour ainsi dire, de gaîne.

2° Très souvent aussi, il est logé dans la lumière même de l'intestin, au voisinage de l'estomac.

3° Chez quelques rares espèces, chez les Naïades par exemple, le stylet serait, non plus cylindrique, mais de forme tout à fait irrégulière, et se trouverait dans l'estomac même.

(1) Carl Vogt et Yung : *Traité d'Anatomie comparée pratique*, t. I, p. 737, fig. 345 Paris, 1888.

Nous allons étudier successivement les deux premiers cas; quant au troisième, il est le résultat d'une fausse interprétation, comme j'ai pu m'en convaincre par mes propres observations, des différentes parties qui composent l'appareil cristallin; ainsi que POLI l'avait parfaitement établi, ce dernier comprend : 1° un stylet proprement dit; 2° une *flèche tricuspide*, de forme variable, située *dans l'estomac*,

Nous verrons plus loin que le soi-disant stylet cristallin des Naïades (*cristallin* de BAUDON et de MOQUIN-TANDON, *Knorperstiel* de HAZAY et d'HASELOFF) est l'homologue de la flèche tricuspide des autres Lamellibranches, et que la véritable tige cristalline est bien logée dans l'intestin, ainsi que l'avaient observé VON SIEBOLD, HAZAY lui-même (*Dünndarmkörper*), et enfin VOGT et YUNG.

I. — ESPÈCES CHEZ LESQUELLES LE STYLET EST LOGÉ DANS UN COECUM SPÉCIAL

Nous choisirons comme types de cette catégorie les Pholades (*Pholas crispata, Ph. candida*) et les Donaces (*Donax trunculus*).

Le *Donax trunculus* est un petit Lamellibranche extrêmement commun sur nos côtes, où il vit enfoncé dans le sable, à la limite de balancement des marées.

Déjà POLI (1) avait consacré une figure à la représentation des organes digestifs de cet animal, décrivant avec soin la gaîne distincte qui contient le « stile cristallin. » Toutefois, le dessin donné par DESHAYES (2) dans son grand mémoire sur les mollusques de l'Algérie — ouvrage trop peu consulté par les zoologistes qui s'occupent de l'anatomie des Bivalves — est beaucoup meilleur.

A la bouche, fort petite, fait suite un court œsophage, creusé, pour ainsi dire, de même que l'estomac, dans la substance même du foie. L'estomac est vaste, spacieux, raviné de cryptes biliaires et portant sur ses parois internes des sortes de bandelettes épaisses, de papilles allongées, comme on en rencontre chez la majeure partie des Lamellibranches.

A sa partie ventrale s'ouvrent deux orifices ; l'antérieur est

(1) POLI : loc. cit., p. 79, pl. XIX, fig. 15.

(2) DESHAYES : Loc. cit. p. 593, pl. LXXV, fig. 4.

l'embouchure de l'intestin proprement dit, qui remonte d'abord en avant, parallèlement à la direction de l'œsophage, puis se coude à angle droit, et se tortille en spirale pour former trois circonvolutions qui se dirigent perpendiculairement de haut en bas. Le tube intestinal décrit ensuite une grande courbure à concavité supérieure, venant ainsi se placer presque au contact de la paroi postérieure de la masse abdominale, le long de laquelle il remonte pour se recourber encore une fois en sens inverse au niveau de l'estomac, passe enfin à travers le péricarde, et vient s'ouvrir au dehors un peu au-delà du muscle adducteur postérieur des valves.

L'orifice postérieur donne accès dans un vaste cœcum, remarquable chez les Donaces par son extrême longueur, qui descend d'abord presque perpendiculairement le long du bord postérieur du pied, en avant de l'intestin récurrent, croise ce dernier au niveau de sa grande courbure inférieure, et remonte ensuite en décrivant un arc-de-cercle et en diminuant progressivement de diamètre, de façon qu'il atteint à peu près le bord antérieur du pied à la hauteur de l'estomac.

Si l'on ouvre avec précaution l'ensemble du système digestif d'un animal *tout fraîchement* recueilli (c'est une condition essentielle), on trouvera dans l'estomac, tantôt complètement libre, tantôt adhérent aux parois par places, un corps bizarrement contourné, hyalin, transparent, d'apparence gélatineuse ou cartilagineuse ; porté sous le microscope, ce corps ne décèle aucune trace de structure, il est d'une homogénéité remarquable, à part quelques points opalescents où l'on rencontre toujours des amas plus ou moins considérables de petits granules excessivement réfringents. C'est la *flèche tricuspide* de Poli, qui représente, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre par l'observation directe, un véritable moulage en creux de l'estomac, dont elle rend fidèlement les saillies et les sinus : ainsi s'explique comment le savant italien avait toujours rencontré les pointes de cet organe engagées dans les cryptes biliaires. En continuant la dissection et en fendant le cœcum sur une de ses faces latérales, nous verrons qu'il est occupé, dans toute sa longueur, par le stylet cristallin, sur la nature et la composition duquel nous reviendrons dans un autre chapitre. De même que la flèche tricuspide est le moulage *en creux* de l'estomac, le stylet cristallin est le moule *plein* du cœcum.

La flèche tricuspide peut revêtir les formes les plus variées, selon la conformation même de l'estomac qui la contient; Poli en a figuré un assez grand nombre, ainsi que Deshayes, et, parmi les dessins très soignés de ce dernier, j'en ai reproduit deux (Pl. IV, fig. 1 et 2) : l'un a trait à *Tellina nitida* (1), l'autre à *Trigonella* (*Scrobicularia*) *piperata* (2).

Quant à la tige cristalline elle est sensiblement toujours la même : c'est un stylet dont les dimensions vont généralement en décroissant progressivement de haut en bas ; l'extrémité la plus large, celle qui fait saillie dans l'estomac, semble être toujours en diffluence et plus ou moins adhérente à la flèche tricuspide. Chez quelques espèces, la tige conserve à peu près le même diamètre sur toute sa longueur.

La paroi interne du cœcum présente une teinte brunâtre ; elle est lisse, brillante, et offre dans toute sa longueur une série de bourrelets transversaux ou légèrement obliques. Cette disposition n'avait point échappé à Poli qui, en parlant de la gaîne du stylet cristallin des Pholades, s'exprime en ces termes dithyrambiques : « Interne est valde nitida, quamvis transverse rugosa ; et instar colli columbarum

Mille trahit varios adverso sole colores

qui super innumeras micas tenuissimas, auro, atque argento refulgentes, largiter veluti conspersi adparent (3). »

Comme nous le verrons tout à l'heure, cet aspect particulier est dû à ce que les cellules épithéliales qui tapissent le cœcum sont garnies d'une couche dense et compacte de longs cils vibratiles, qui se soudent très facilement pour former une sorte de revêtement hyalin ; c'est à cette couche que Deshayes fait évidemment allusion lorsqu'il écrit que l'appareil cœcal des Pholades, des Solen, des Mactres, etc... est revêtu par « un enduit subcartilagineux, lisse et brillant (4) ».

Enfin Sabatier a donné une très bonne description (5) des bourrelets transversaux qui garnissent la *gouttière supérieure de l'estomac tubulaire* de la Moule, gouttière qui, je le démontrerai plus loin, correspond au cœcum des Donaces.

Si minutieusement que soient conduites les dissections, elles ne

(1) Deshayes : loc. cit., pl. LXXIII, fig. 3.
(2) Deshayes : loc. cit., pl. LV, fig. 4.
(3) Poli : loc. cit., p. 47.
(4) Deshayes : loc. cit., p. 456.
(5) Sabatier : loc. cit., p. 21, pl. XXVII bis, fig. 1 et 2.

peuvent guère nous en apprendre davantage, et c'est évidemment à la méthode des coupes qu'il faut s'adresser pour obtenir la solution du problème. La première précaution à prendre, c'est de se procurer, je le répète encore, des matériaux de travail absolument frais : j'ai obtenu les meilleurs résultats en plongeant les animaux, *sur les lieux même de pêche*, dans le liquide fixateur. Celui que j'ai employé le plus couramment est le liquide de Kleinenberg (acide picro-sulfurique ou acide picro-nitrique) ; l'acide chromique en solution faible, soit à ½ ou ou à ¼ pour 100, est également un réactif très précieux. Le manuel opératoire n'offre rien de particulier : les pièces, généralement colorées *in toto* par le picrocarminate d'ammoniaque, le carmin aluné de Grenacher, le carmin boracique, etc..., sont déshydratées par l'alcool avec précaution pour ne pas agir trop brusquement sur la substance constitutive de la tige, puis enrobées dans la parafine, et débitées enfin par séries suivant la méthode habituelle. J'ai essayé aussi des colorations doubles aux couleurs d'aniline ; elles donnent des préparations très agréables à l'œil, mais dans le cas présent n'apprennent rien de plus que les réactifs à base de carmin.

La figure 1 de la Planche III représente une coupe sagittale passant aussi exactement que possible par le plan médian d'un *Donax trunculus*, et montrant ainsi les rapports réciproques des différentes parties du tube digestif qui nous intéressent. De chaque côté de la bouche *b*, on aperçoit la coupe des palpes labiaux *pl*. L'œsophage *œ* qui vient ensuite est assez long, sinueux, tapissé d'un épithélium cylindrique *epo* dont la surface libre est garnie de minces cils vibratiles nettement distincts les uns des autres. Cet épithélium est continu avec celui de l'estomac *eps*, qui lui ressemble beaucoup ; les cellules de ce dernier sont seulement plus hautes et plus granuleuses, surtout au niveau des bourrelets stomacaux dont j'ai parlé précédemment. La muqueuse de l'estomac présente des particularités du plus grand intérêt et qui n'ont encore été signalées, à ma connaissance, par aucun des naturalistes qui se sont occupés de la question. La paroi interne est doublée, pour ainsi dire, dans toute son étendue, d'une mince lame hyaline *sa*, de même nature que la substance constitutive de la tige cristalline, et se colorant comme elle très vivement sous l'influence des réactifs tels que les divers carmins, l'hématoxyline, le picrocarminate,

les teintures d'aniline; cette lame hyaline suit toutes les sinuosités du sac stomacal, dont elle reproduit ainsi fidèlement une sorte de moulage en creux : nous reconnaissons là tous les caractères de la flèche tricuspide, dont la lame en question représente la coupe sagittale.

Sur la figure 1, le revêtement gélatiniforme *sa* est interrompu en trois places : en face de l'œsophage *œ*, en face de l'intestin *int*, et enfin en face du cœcum *c* pour le passage du stylet cristallin *st* dont une partie, nous l'avons dit, fait saillie dans l'estomac *Est*. Dans les coupes longitudinales qui passent vers le milieu environ du sac stomacal (Pl. III, fig. 2), le cordon hyalin *sa* est au contraire continu; d'autres coupes m'ont permis de le suivre jusque dans les cryptes où viennent s'ouvrir les canaux biliaires : j'en donne un dessin dans la figure 3 de la Planche IV.

Il résulte de tout ceci que la flèche tricuspide possède la forme d'un sac, reproduisant exactement les contours des parois stomacales, ouvert en regard de l'œsophage pour l'entrée des aliments, en regard de l'intestin pour leur sortie, en regard du cœcum pour le passage du stylet, en regard enfin des canaux biliaires pour l'arrivée de la bile. De cette façon l'épithélium *eps* est protégé contre l'action des aliments qui pourraient parfois le blesser (1), car le bol alimentaire contient une grande quantité de fragments de quartz, de silice, etc... sans compter les frustules de Diatomées et les carapaces de Foraminifères, comme on peut le voir dans les figures 1 et 2 de la Planche III.

Si nous examinons à un plus fort grossissement l'épithélium *eps*, nous verrons que les cellules qui le constituent sont déchiquetées à leur face externe (Pl. III, fig. 5) tandis que la face interne de la lame hyaline *sa* porte par places des amas granuleux plus ou moins considérables, dont les saillies et les creux correspondent

(1) MM. les Professeurs Balbiani et Henneguy, auxquels j'adresse mes plus sincères remerciements, ont bien voulu attirer mon attention sur les rapprochements qu'on peut établir entre la flèche tricuspide et le singulier organe récemment signalé par Ant. Schneider, sous le nom de *Trichter*, chez les Insectes, les Myriapodes, les Crustacés et quelques Gastéropodes (Ant. Schneider, *Ueber den Darmkanal der Arthropoden*, Zoologische Beiträge, 1883). Je reviendrai plus tard sur ce sujet, lorsque je comparerai l'appareil cristallin des Lamellibranches aux productions similaires que certains auteurs ont décrits chez les Gastéropodes.

respectivement aux creux et aux saillies de l'épithélium *eps*. Il semble que la couche gélatiniforme après s'être primitivement déposée à la surface de l'épithélium stomacal s'en soit ensuite séparée plus ou moins brusquement, entraînant avec elle une partie du protoplasme sous-jacent. La figure 4 de la Planche IV est très instructive à cet égard ; elle représente une coupe transversale de l'estomac d'un *Donax trunculus* : sur la partie de droite, la bandelette hyaline *sa* adhère encore à l'épithélium *eps*, tandis qu'à gauche elle s'en est détachée.

Au niveau de l'orifice intestinal (Pl. III. fig. 1, *int*), la flèche tricuspide s'arrête brusquement ; je n'ai jamais rencontré la moindre enveloppe gélatiniforme autour du bol alimentaire, qui semble ici être en contact direct avec la paroi épithéliale. C'est dans cette première partie de l'intestin qu'on rencontre cet épais bourrelet blanchâtre que la plupart des auteurs ont comparé au *typhlosolis* des Lombriciens; sa longueur est variable, mais il cesse ordinairement au niveau de l'intestin récurrent ou du rectum.

Arrivons maintenant à l'étude de l'organe qui nous intéresse le plus, le cœcum. La paroi interne n'est pas lisse, nous l'avons vu, mais garnie d'une série de bourrelets transversaux dont la disposition se voit nettement sur une coupe sagittale (Pl. III, fig. 1, *epi*) et qui avaient été déjà figurés, quoique d'une façon insuffisante, par Egger dans sa monographie du *Jouannetia Cumingii* (1).

Chez les Pholades, la partie terminale du cœcum offre des caractères tout particuliers qui avaient été déjà signalés par Deshayes (2) : « La seconde cavité stomacale (il s'agit du cœcum) est cylindrique, dirigée d'arrière en avant et située à peu près dans la ligne médiane de la masse abdominale; elle remonte au-dessous du pied jusqu'à son extrémité antérieure, où elle se termine en cul-de-sac arrondi ; au fond de ce cul-de-sac existe une petite ouverture qui pénètre dans une petite loge en voûte surbaissée. »

Je donne ci-contre (Figures 1 et 2 dans le texte), deux figures schématiques de coupes sagittales passant, la première par l'axe même de l'animal, la seconde un peu sur le côté. On y voit très

(1) Egger : loc. cit. pl. III, fig. 37.

(2) Deshayes : loc. cit., p. 91, pl. IX, fig. 1 et 2.

bien la loge en question, tapissée du même épithélium que celui du cœcum proprement dit.

Sur une coupe transversale (Pl. III, fig. 3), le cœcum paraît presque régulièrement circulaire ; sa paroi est partout environ du même diamètre, sauf en un point où on distingue une étroite gouttière, qui s'étend, chez le *Donax trunculus*, tout le long de la face antérieure de l'estomac. La place occupée par la gouttière ne m'a pas paru fixe pour toutes les espèces, car chez les *Solen* et chez les *Pholas*, par exemple, elle est certainement située sur le côté du plan de symétrie de l'animal. C'est Deshayes le premier qui, à ma connaissance, a signalé l'existence d'une semblable gouttière, dans le cœcum des *Mesodesma* ; voici comment il s'exprime à ce sujet : « ... Les parois du cœcum stomacal ne sont pas d'une épaisseur uniforme ; le côté droit est mince et membraneux ; le gauche est membraneux et on y remarque un sillon assez profond qui s'avance jusque vers le bord de l'ouverture, y produit une échancrure étroite et est accompagné d'un petit bourrelet (1). »

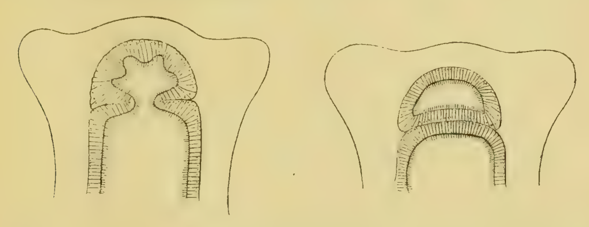


Figure 1. — Coupe sagittale passant par le plan de symétrie d'une *Pholas crispata*.
Figure 2. — Coupe sagittale passant à droite ou à gauche de ce même plan.

L'aspect de l'épithélium qui tapisse le cœcum est absolument caractéristique et ne peut manquer de frapper aussitôt l'œil de l'observateur, car il diffère totalement des autres épithéliums que nous avons rencontrés jusqu'à présent ; cet aspect est dû surtout à la présence d'un fort plateau cuticulaire que surmonte une épaisse couche de cils longs et denses dont la teinte, sur l'animal vivant, est généralement d'un brun-jaunâtre.

(1) Deshayes : Loc. cit., p. 399, pl. XI, fig. 2.

Les cellules qui constituent le revêtement épithélial du cœcum sont hautes, cylindriques, ou mieux faiblement polygonales par pression réciproque; leur extrémité inférieure est légèrement étirée (Pl. III, fig. 4, *c*). Chez *Donax trunculus*, elles mesurent de $0^{mm},034$ à $0^{mm},04$ de hauteur; sur des pièces convenablement fixées le protoplasme paraît clair, moins granuleux que celui des cellules de l'épithélium stomacal, les granulations étant du reste extrêmement ténues. Le noyau est presque régulièrement sphérique, et mesure environ $0^{mm},0078$ de diamètre: il porte en son centre un nucléole punctiforme. Un plateau cuticulaire, épais de $0^{mm},0018$ à $0^{mm},0021$ revêt la face libre des cellules et donne insertion à une couche dense de cils vibratiles *ci*, longs de $0^{mm},019$ à $0^{mm},025$; ils ont été parfaitement décrits, chez la Moule, par SABATIER, auquel je laisse la parole : « Le bord libre de la cellule est pourvu d'une cuticule brillante, de $0^{mm},002$ d'épaisseur, qui, vue à un fort grossissement, est facilement décomposable en grains brillants placés côte à côte sur une seule rangée. Ces grains brillants portent des cils très remarquables par leur volume et par leur longueur. Ces cils sont en effet relativement volumineux, comme de fins bâtonnets, très réfringents, et d'une longueur remarquable, $0^{mm},02$, c'est à dire la moitié ou le tiers de la longueur de la cellule. Ces cils sont au moins deux fois plus longs et plus forts que ceux des autres cellules épithéliales de l'estomac; ils sont très résistants et se conservent bien mieux et beaucoup plus longtemps que les autres sur les coupes et dans les divers liquides employés pour les préparations. Ces cils forment à la surface de l'épithélium une sorte de couche très serrée et très puissante d'une résistance relative considérable.... (1). »

J'ajouterai que les cils en question ont une tendance marquée à se souder ensemble pour former une espèce de gelée qui fixe fortement les réactifs colorants de la même façon que le stylet cristallin et que la flèche tricuspide, mais avec plus d'intensité encore. Sur les coupes transversales du cœcum, il arrive parfois, surtout lorsque les pièces sont conservées depuis longtemps dans l'alcool ou lorsqu'elles n'ont point été fixées d'une manière irréprochable, que la couche de cils entière et le plateau cuticulaire sous-

(1) SABATIER : Loc. cit., p. 26-27.

jacent se détachent sur une étendue plus ou moins grande, tout en restant intimement agglomérés, et forment ainsi une sorte de ruban translucide, diversement coloré suivant les teintures employées.

Presque toute la lumière du cœcum est occupé par la tige cristalline (Pl. III, fig. 1 et 3 *st*), sur l'origine, la structure et la constitution de laquelle nous reviendrons dans un chapitre spécial, désireux de terminer auparavant l'étude anatomique des parties du tube digestif qui contiennent le stylet dans les cas ou le cœcum fait défaut.

Avant d'aborder l'étude des espèces chez lesquelles le stylet cristallin n'est pas contenu dans une gaîne distincte, il est bon d'attirer l'attention sur une disposition particulière que présente l'épithélium du cœcum, aux environs de la gouttière, chez les *Donax*, *Solen*, *Pholas*, etc., en un mot chez toutes les espèces à cœcum différencié dont nous avons choisi le *Donax* comme type.

La coupe horizontale du cœcum que représente la figure 3 de la planche III est légèrement schematisée ; elle est pratiquée d'ailleurs assez près de l'extrémité terminale, à un niveau où les particularités en question sont moins bien accentuées qu'aux abords de l'estomac. Mais si nous faisons passer une coupe horizontale par le milieu environ du cœcum d'une Donace (pl. V, fig. 1), et que nous l'examinons à un grossissement moyen, nous verrons qu'aux abords de la gouttière, l'épithélium se modifie d'une façon extrêmement remarquable, surtout à droite. Tandis que dans le reste de la coupe les cellules mesurent au plus une hauteur de $0^{mm},0405$, que leurs noyaux presque sphériques ($0^{mm},0072$ de diamètre) sont situés tous sur une seule rangée, ou à peu de chose près, on voit à droite, au fur et à mesure que l'on approche de la gouttière, l'épithélium augmenter de hauteur au point de doubler presque ses dimensions primitives et atteindre un maximum de $0^{mm},0732$. La délimitation entre les diverses cellules de cette région est assez confuse ; les noyaux très nombreux, allongés et fusiformes, semblent pour ainsi dire noyés dans une gangue de substance protoplasmique plus granuleuse, sur laquelle les réactifs se fixent avec plus d'énergie que partout ailleurs. Enfin, au niveau de la gouttière, l'épithélium se plisse, sa hauteur s'amoindrit notablement et, au fond même de l'encoche, c'est au plus s'il mesure $0^{mm}006$.

A gauche, on observe bien une augmentation dans le nombre des noyaux au voisinage immédiat de la gouttière, mais l'épithélium,

loin d'augmenter de hauteur, semble au contraire se rapetisser. Toute la surface épithéliale est tapissée de cette épaisse et forte couche de cils vibratiles dont j'ai parlé à maintes reprises, et, sur d'excellentes préparations au carmin aluné, j'ai pu la suivre aussi bien au niveau de l'épithélium modifié que sur le reste de la section ; toutefois, en ce dernier point, le plateau cuticulaire semble manquer, car je n'ai pu constater de double contour.

Dernier détail à noter : sauf aux points où l'épithélium subit les modifications que je viens de décrire, les cellules renferment toutes, en quantité variable suivant les individus (variations probablement en rapport avec l'activité sécrétrice plus ou moins grande de l'épithélium cœcal au moment où l'animal a été fixé), un assez grand nombre de fortes granulations jaunâtres, ne fixant pas les carmins et groupées en général vers l'extrémité libre de la cellule, entre le noyau et le plateau cuticulaire. Ces granulations contribuent sans doute à donner au cœcum cette coloration couleur gomme-gutte qui a frappé tous les observateurs.

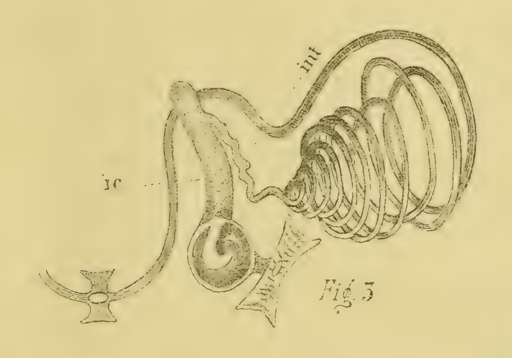
II. — ESPÈCES CHEZ LESQUELLES LE STYLET N'EST PAS LOGÉ DANS UN CŒCUM LIBRE.

C'est généralement la Moule commune qui, dans ce second groupe, a été prise comme sujet d'étude ; ce choix toutefois n'est pas heureux au point de vue qui nous occupe, car les Moules possèdent un stylet cristallin qui s'altère et entre en déliquescence avec une grande rapidité, ce qui modifie considérablement l'aspect habituel du tube digestif et peut induire l'observateur en erreur ; un second désavantage à signaler, c'est que l'épithélium intestinal se désagrège également très vite. Il est préférable de s'adresser au *Cardium edule* qui, emmagasinant entre ses valves une grande quantité d'eau, peut ainsi vivre quatre ou cinq jours dans un endroit humide, sans que le stylet présente la moindre altération, pas plus que les parois du tube digestif.

Je donne ci-après, d'après Garner (1), un croquis de l'appareil nutritif du *Cardium echinatum* (figure 3 du texte) ; la disposition des viscères est la même chez le *Cardium echinatum* et le *C. edule*, à cela

près que, chez ce dernier, l'intestin récurrent *int* s'insère plus près de l'extrémité terminale de l'intestin composé *ic* (*estomac tubulaire* de Sabatier).

L'estomac n'offre rien de particulièrement remarquable et ressemble à celui de tous les Lamellibranches ; comme d'habitude, il présente une certaine quantité de saillies, de bandelettes, plus ou moins profondément séparées par des sillons irréguliers et contournés. Ces saillies ont été minutieusement étudiées par Sabatier (2) chez la Moule commune ; je n'ai rien à ajouter à ses descriptions, et me contente d'y



renvoyer le lecteur que ces détails intéresseraient. Il nous suffira de rappeler que deux de ces saillies sont plus épaisses que les autres, qu'elles pénètrent dans la première partie du tube intestinal, et qu'elles jouent un rôle particulier sur lequel je reviendrai dans un instant ; c'est ce que Sabatier a nommé *bourrelets droit et gauche de l'estomac.*

Chez les Acéphales du type à cœcum non différencié, la paroi postéro-inférieure de l'estomac ne porte plus qu'une seule ouverture qui semble représenter, au premier abord, l'embouchure de l'intestin. En disséquant avec soin un *Cardium* récemment pêché, on peut voir saillir par cette ouverture l'extrémité supérieure du stylet cristallin qui, comme chez tous les Lamellibranches frais, est plus ou moins

(1) Garner : Loc. cit., pl. XVIII, fig. 10.
(2) Sabatier : Loc. cit., p. 20.

adhèrent au singulier corps désigné sous le nom de flèche tricuspide, dont la disposition reste invariablement la même dans ses grands traits, la forme pouvant varier dans ses détails. Toutefois, si l'on retire avec précaution la tige cristalline du tube digestif, il est aisé de voir, même à l'œil nu, que l'orifice pylorique, bien que simple en apparence, offre en réalité l'aspect d'un ∞ de chiffre horizontal, parce qu'il est subdivisé en deux portions d'inégal diamètre par les bourrelets dont j'ai parlé plus haut ; l'orifice postérieur, qui livre passage au stylet, est beaucoup plus vaste que l'antérieur.

Ce double orifice donne accès dans la première partie de l'intestin, celle qui contient la tige, et qui, comme on peut le voir dans la figure 3 du texte, présente des dimensions très remarquables. L'homologie de cette portion du tube digestif a été très diversement appréciée par les différents observateurs : c'est ainsi que Sabatier en fait une dépendance de l'estomac sous le nom d'*estomac tubulaire*, tandis que la plupart des auteurs la considèrent tout simplement comme une différenciation spéciale de l'intestin. Sabatier en a pourtant exactement reconnu la disposition anatomique ; il a vu les bourrelets droit et gauche descendre le long des parois latérales de ce soi-disant *estomac tubulaire* et le diviser ainsi dans toute sa longueur en deux tubes inégaux, accolés comme les deux canons d'un fusil double, mais communiquant virtuellement entre eux (du moins sur l'animal en bon état) par toute leur surface d'affrontement. D'après le savant professeur de Montpellier, la gouttière supérieure est grande, de couleur jaunâtre, tapissée d'un épithélium tout-à-fait particulier (l'épithélium à cils vibratiles denses dont j'ai maintes fois entretenu le lecteur) : elle loge le stylet cristallin. La gouttière inférieure, au contraire, est étroite, et l'épithélium qui la revêt n'offre rien de remarquable.

L'assimilation faite par Sabatier, de la portion renflée de l'intestin à une dépendance de l'estomac à été très judicieusement critiquée par Purdie (1) qui, en comparant entre elles deux espèces de Moules très voisines *(Mytilus edulis* et *M. latus)*, en a conclu, d'après les dispositions anatomiques, que le soi-disant *estomac tubulaire* représente à la fois, et le cœcum qui loge habituellement la tige cristalline (il lui

(1) Purdie : Loc. cit., p. 14.

donne le nom de *cæcum pylorique* (1), et la première partie de l'intestin (ce qu'il appelle *intestin direct*) qui, simplement accolés chez *M. latus*, se sont soudés chez *M. edulis* et communiquent entre eux dans toute leur longueur. C'est à l'extrémité postérieure de cet organe que s'insère l'intestin récurrent, sur la gouttière inférieure.

Bien avant d'avoir eu connaissance du travail, d'ailleurs peu répandu, de Purdie, j'étais arrivé aux mêmes conclusions, non seulement par des considérations anatomiques, mais encore et surtout en me basant sur les caractères histologiques, comme je le montrerai dans un instant. La conclusion de ce fait, conclusion qui a échappé à l'auteur anglais, est que chez les Lamellibranches en apparence privés de cæcum, cet organe existe bien réellement, mais qu'il s'est soudé, qu'il s'est fondu avec l'intestin direct ; bien qu'accolées et communiquant entre elles dans toute leur longueur, les lumières respectives du cæcum et de l'intestin direct restent bien distinctes : la dernière livre passage au bol alimentaire, la première loge uniquement le stylet. En un mot, la *gouttière supérieure* de Sabatier représente le cæcum, la *gouttière inférieure* l'intestin proprement dit. Il est donc faux de répéter avec tous les observateurs qui se sont succédés jusqu'à présent que « lorsque la tige cristalline n'est pas renfermée dans un cæcum spécial elle est contenue dans la portion de l'intestin qui fait suite immédiatement à l'estomac » ; cette proposition doit être complètement modifiée, et j'estime qu'on doit dire : « la tige crisalline est toujours logée dans un cæcum spécial, mais ce cæcum peut être, tantôt entièrement libre, tantôt au contraire soudé dans toute sa longueur avec l'intestin direct. »

L'examen microscopique de la région en question à confirmé pleinement cette manière de voir : la gouttière inférieure (intestin direct) est revêtue de ce même épithélium cylindrique qu'on retrouve dans toute l'étendue du tube intestinal, tandis que la gouttière supérieure (cæcum) est tapissée de cet épithélium épais, jaunâtre, à cils vibratiles denses, que nous avons décrit comme *n'existant que dans le cæcum* des Lamellibranches du premier groupe.

Pratiquons, par exemple, chez un *Cardium edule*, une coupe horizontale au niveau de la partie tout à fait inférieure de ce que j'ai appelé l'intestin composé ; la section offrira grossièrement l'aspect

(1) Par opposition à un autre cæcum, généralement de petite taille qui se voit presque toujours vers le milieu de la face dorsale de l'estomac et que Purdie désigne sous le nom de *cardiac cæcum*. Cet organe est parfois très développé, chez les *Pholadidea* et *Jouannetia*, par exemple (voyez Egger, Loc. cit, pl. III, fig. 64-65, *mb.*)

d'un 8 de chiffre (pl. IV, fig. 5), dans la plus grande boucle duquel on distinguera de suite le stylet cristallin *st*. Chez le *Cardium edule*, les bourrelets ne sont plus situés latéralement, mais bien aux deux extrémités postérieure et antérieure. Dans cette grande boucle (gouttière supérieure) l'épithélium est formé de hautes cellules, à gros noyau sphérique, à plateau cuticulaire très marqué, tapissées de longs cils forts et denses, que nous avons déjà décrites et figurées (pl. III, fig. 4) chez *Donax trunculus*. Au niveau des deux bourrelets qui, en se touchant sur la ligne médiane séparent le cœcum de l'intestin, l'épithélium change brusquement d'aspect, ainsi que l'avait déjà remarqué Sabatier, et sans aucune transition. Sur le bourrelet postérieur les cellules se multiplient de telle sorte que la hauteur de l'épithélium en est plus que doublée ; les noyaux très nombreux, allongés, occupant toute l'épaisseur de la masse granuleuse ainsi formée qui est en tous points comparable à cette curieuse région que j'ai décrite précédemment aux environs de la gouttière cœcale du *Donax trunculus*, sous la dénomination de « épithélium modifié. »

Seulement, sur les préparations qui ont été dessinées, les cils semblent manquer à la surface de cet épithélium ; cette absence est due, sans doute, à une fixation insuffisante ou trop tardive, car nous avons vu chez *Donax trunculus* les cils en question tapisser indistinctement toute la surface du cœcum, même au niveau de l'épithélium modifié.

Très souvent en ce point, mais *seulement lorsque la coupe est pratiquée à la partie tout à fait inférieure de l'intestin composé*, la tige cristalline, formée encore d'un petit nombre de couches, semble accolée contre la paroi et maintenue presque en contact avec elle par l'intermédiaire d'une matière granuleuse jaunâtre se colorant assez vivement sous l'influence des réactifs, de la même façon que le stylet et la couche de cils. Toutefois, je n'ai jamais constaté de véritable adhérence.

Le bourrelet antérieur, chez le *Cardium edule*, offre une structure toute différente ; il est constitué par une sorte de tissu conjonctif très dense, à noyaux rares, et l'on n'y retrouve point cette couche épithéliale si curieuse, qui constitue la plus grande partie du bourrelet opposé. A l'épithélium *epi* de la portion cœcale, succède brusquement l'épithélium *epl*, mince sans plateau cuticulaire, à cils grêles et rares, cet épithélium en un mot qu'on rencontre dans toute l'étendue de l'intestin direct chez les Lamellibranches du premier type.

Voici quelques mensurations prises sur un *Cardium edule* de belle taille :

Cellules de la partie cœcale	0mm0594
Plateau de ces cellules.	0mm 002
Diamètre des noyaux.	0mm0045
Longueur des cils	0mm 023
Hauteur maxima de l'épithélium au niveau du bourrelet postérieur	0mm 280
Cellules de la partie intestinale	0mm 019
Dimensions des noyaux . . . . 0mm0042 sur	0mm 0037
Longueur des cils	0mm 009

La disposition que je viens de décrire se retrouve dans ses traits principaux, mais avec une légère variante, chez l'Huître commune (Pl. IV, fig. 6) : ici encore deux bourrelets séparent le cœcum (gouttière supérieure) de l'intestin direct (gouttière inférieure), mais ces deux bourrelets sont semblables entre eux, et constitués tous deux par cet épithélium élevé, à nombreux noyaux, que j'ai décrit tout à l'heure.

Les mensurations suivantes ont été prises sur une Huître de Marennes adulte :

Cellules de la partie cœcale	0mm0684
Plateau cuticulaire	0mm0016
Diamètre des noyaux	0mm0070
Longueur des cils.	0mm0250
Hauteur maxima de l'épithélium au niveau des bourrelets	0mm260
Cellules de la partie intestinale.	0mm0580
Dimension des noyaux . . . . .0m0062 sur	0mm0060
Longueur des cils.	0mm0140

Il est assez curieux de faire remarquer que tous ces détails ont été vus par Haseloff sur la Moule commune, ainsi qu'il ressort nettement de l'examen des figures données par ce naturaliste (1); les dimensions relatives des cellules qui revêtent la portion intestinale et la portion cœcale, le plateau cuticulaire et les cils épais (2) qui garnissent ces der-

(1) Haseloff : Loc. cit., fig. 2, 3, 6 et 7.

(2) Bien qu'Haseloff ne figure point de cils dans la boucle intestinale, ils existent néanmoins chez la Moule, comme je m'en suis assuré moi-même, seulement ils sont minces et peu serrés. (Voyez les figures 5 et 6 de la Planche IV du présent Mémoire).

nières, tout est parfaitement indiqué, et pourtant le texte est muet sur la signification de ces particularités histologiques. HASELOFF persiste à croire que le stylet est contenu dans l'intestin proprement dit, et désigne la région où il est logé sous le nom de « *Krystallstielführender Theil des Darmes.* »

J'ai retrouvé chez un grand nombre d'espèces, la disposition que je viens de décrire chez *Cardium edule* et *Ostrea edulis* ; je citerai en particulier : *Pecten maximus*, *Mytilus edulis*, *Scrobicularia piperata*, *Psammobia vespertina*, *Tellina solidula*, *Anodonta anatina*, *Unio pictorum*, etc.

Ces deux dernières espèces m'arrêteront plus spécialement, car elles offrent un intérêt tout particulier à cause des recherches d'HAZAY (1). Avant d'exposer les résultats de mes recherches, je crois bon de rappeler brièvement ce que les différents auteurs ont écrit sur le stylet cristallin des Naïades. BOJANUS (2), le premier, décrivit en 1827, dans l'estomac d'une Anodonte, un singulier corps, irrégulièrement quadrilatère, d'aspect cartilagineux, qu'il désigna sous le nom de « *Cristallgriffen* ».

Quelque temps après, VON SIEBOLD signala chez les Naïades l'existence d'une véritable *tige* cristalline « s'étendant de l'estomac dans l'intestin. » BAUDON et MOQUIN-TANDON ne rencontrèrent que le corps quadrilatère décrit par BOJANUS et l'homologuèrent au stylet cristallin des autres Lamellibranches ; ainsi donc, chez les Naïades, et par exception, le stylet cristallin semblait être situé, non pas dans un cæcum spécial, non pas dans une portion différenciée de l'intestin, mais bien *dans l'estomac*. Comme nous l'avons vu au début de cette étude, ce fut également à cette opinion que s'arrêta HAZAY en 1881 ; il considéra comme stylet cristallin le corps irrégulier (*Knorperstiel*) de l'estomac des Naïades, assimilant à un produit de réserve la tige hyaline (*Dünndarmkörper*) qu'il avait rencontrée dans la première portion de l'intestin.

Tout récemment enfin, VOGT et YUNG ont admis au contraire que la tige cristalline des Naïades est cylindrique et logée dans l'intestin direct.

(1) La structure des différentes parties de l'appareil digestif est exactement la même chez la Mulette que chez l'Anodonte; ce que je dirai de cette dernière pourra donc s'appliquer à la première sans aucune restriction.

(2) BOJANUS : loc. cit., Pl. IX, fig. 7 et 9.

Comment expliquer de pareilles divergences? Quel est celui de ces deux corps que l'on peut réellement homologuer au stylet cristallin ? Et, ce fait éclairci, à quoi correspond le second corps ?

L'accord n'est pas bien difficile à établir, et j'ai déjà laissé soupçonner comment il était loisible de concilier deux opinions en apparence si éloignées. Il est bon de faire remarquer avant tout que, chez les Naïades plus que chez tous les autres Lamellibranches, la tige cristalline véritable entre en diffluence avec une très grande rapidité : ainsi s'explique comment cet organe a échappé aux recherches de BOJANUS, de BAUDIN et de MOQUIN-TANDON. Mais si l'on fixe les animaux sitôt après qu'on vient de les pêcher, il est aisé de se convaincre que les Naïades présentent une structure en tous points conforme à celle que j'ai décrite plus haut, chez l'Huître, par exemple.

Le corps irrégulier de l'estomac (*Cristallgriffen* de BOJANUS, *Knorperstiel* de HAZAY) n'est autre chose que la flèche tricuspide de POLI, et le véritable stylet cristallin, c'est la tige hyaline vue par SIEBOLD, HAZAY (*Dünndarmkörper*), VOGT et YUNG. Il suffit, pour s'en convaincre de pratiquer quelques coupes sur la première portion de l'intestin ; ici encore, cette portion représente à la fois le cœcum et l'intestin direct, et nous retrouvons encore l'épithélium particulier dont nous avons si souvent décrit l'épais plateau cuticulaire et la couche de cils denses.

Les Naïades ne constituent donc pas une exception, et nous pouvons les ranger dans le second groupe que nous avons établi, à côté des *Mytilus*, des *Cardium*, des *Ostrea*, etc.

TROISIÈME PARTIE

Nous avons vu dans la seconde partie de ce travail en quel point du tube digestif se forme le stylet cristallin, il nous reste maintenant à étudier la structure propre de ce stylet, sa constitution chimique, son origine et enfin sa destination.

§ I. STRUCTURE ET CONSTITUTION CHIMIQUE DU STYLET CRISTALLIN

Les noms de *baguette cristalline*, de *stylet cristallin*, donnés à l'organe qui nous occupe, indiquent suffisamment quelle est généralement sa forme pour que nous ne nous arrêtions point sur ce détail. La forme de l'organe varie en effet très peu : parfois le stylet est d'égal diamètre dans toute son étendue, mais, le plus souvent, la partie qui fait saillie dans l'estomac est plus grosse que l'extrémité contenue dans le cœcum. La taille varie naturellement suivant les dimensions mêmes de l'animal, et surtout du cœcum (certaines espèces relativement fort petites présentant en effet un cœcum fort développé) ; les plus longs stylets que j'ai observés sont ceux de l'*Anodonta anatina*, qui atteignent normalement, sur des individus de belle croissance, 7 à 8 centimètres de longueur.

La couleur est la plupart du temps d'un jaune pâle, du moins chez le *Cardium edule*, le *Pecten maximus*, le *Donax trunculus*, les Pholades, etc..., en un mot, chez la grande majorité, sinon la totalité, des espèces marines; chez les Naïades, au contraire, le stylet est absolument hyalin, transparent, incolore : on dirait d'une baguette de verre.

Sous certaines influences, fort difficiles à préciser actuellement, la coloration du stylet semble pouvoir varier notablement. J'ai observé des *Cardium edule* durant toutes les époques de l'année, de mois en mois, et quelquefois même de semaine en semaine; or, cette année, pendant le mois d'avril 1889, les tiges cristallines de ce Mollusque étaient de teinte beaucoup plus foncée que d'ordinaire, d'un orange accentué. Elles entraient en outre facilement en diffluence, et un certain nombre d'entre elles, extraites du tube digestif le soir et abandonnées dans une capsule jusqu'au lendemain, s'étaient dissoutes durant la nuit et prise en une sorte de magma gélatineux, élastique, de couleur rougeâtre, amorphe, où on ne trouvait plus trace du moindre stylet. Jamais ce fait ne s'était produit en temps ordinaire, les stylets étant d'habitude plus résistants. A plusieurs reprises j'observai ce même fait durant le mois d'avril et les premiers jours de mai, puis les stylets reprirent leur consistance et leur couleur normales.

C'était l'époque de la reproduction, époque durant laquelle les Bucardes (les Hénons, comme les appellent les pêcheurs de Berck) ne

sont pas marchandes à cause de l'accumulation des produits génitaux qui leur donnent un goût fade et désagréable. Sans vouloir tirer de ce fait aucune conclusion ferme, on ne peut s'empêcher de remarquer que ces modifications dans la couleur et la consistance du stylet ont commencé avec la période de la reproduction et disparu avec elle (1).

La consistance du stylet varie beaucoup : gélatineuse chez les Naïades, les Moules, les Huîtres, etc..., elle devient plus ferme, plus élastique chez les *Cardium*, les *Solen*, les *Donax*, les *Pholas*, etc... Il s'ensuit tout naturellement que le stylet entre en diffluence bien plus facilement chez certaines espèces que chez d'autres. Déjà ce fait avait frappé les anciens observateurs, et ainsi s'explique comment les uns niaient la présence d'une tige cristalline chez une espèce donnée, alors que d'autres assuraient l'y avoir rencontrée. Nombre de Lamellibranches perdent leur stylet dès qu'on les sort de leur milieu habituel ; il est bien rare qu'on puisse retrouver cet organe chez les Huîtres qui arrivent sur nos marchés, et Sabatier a même observé qu'il ne tarde pas à disparaître sur des Moules conservées en aquarium, quelque précaution qu'on prenne pour les mettre dans les conditions les plus favorables. A plus forte raison en est-il ainsi pour les Naïades : nous verrons tout à l'heure à quelles erreurs d'interprétation ont pu être entraîné certains observateurs pour avoir négligé de tenir compte de cette particularité.

Dans l'alcool fort, le stylet se coagule, sans perdre pourtan d'une façon complète sa transparence, ni jusqu'à un certain point son élasticité, du moins chez un grand nombre d'espèces marines (*Mactra stultorum*, *Cardium edule*, *Pholas candida* et *crispata*, etc.), et peut, en cet état, se conserver très longtemps : c'est ainsi que je l'ai retrouvé intact sur des Pholades, sur des Mactres que je gardais depuis cinq ans et plus dans de l'alcool à 95°. Chez d'autres espèces, les Naïades par exemple, le stylet contient une plus grande proportion d'eau ; en se coagulant, il devient friable, cassant et absolument opaque : il suffit toutefois de le plonger une à deux heures dans de l'eau pour qu'il reprenne ses proportions et son apparence

(1) Haseloff dit avoir, par exception, observé un stylet rougeâtre chez *Cyprina islandica*, mais sans aucune autre indication (loc. cit., p. 20).

normales, en restant cependant légèrement opalescent (1). Par contre la tige cristalline est assez soluble dans l'eau douce (2) et, par conséquent, à la longue dans l'alcool faible, hydraté; ce fait explique l'observation que Deshayes avait faite sur *Corbula:* « Nous avons reconnu, à plusieurs reprises, que ce singulier appendice des organes de la digestion se dissolvait à la suite d'une immersion prolongée de l'animal dans l'alcool. » Le savant malacologiste avait évidemment employé de l'alcool trop faible.

La structure intime du stylet cristallin a été nettement établie par Poli, tout au moins dans ses grandes lignes; ce sagace observateur, en étudiant le stylet des Pholades, reconnut que cet organe était composé d'une série régulière de couches hyalines concentriques, dont la substance constitutive, complètement amorphe, rappelait par son aspect le *flint-glass* des Anglais. La figure 2 de la planche V (3) représente une coupe transversale de la tige cristalline de *Pholas crispata,* passant environ vers le milieu de sa longueur. Au centre de la figure, il existe une sorte de noyau, plus ou moins volumineux, dont la présence m'a paru constante chez toutes les Pholades que j'ai étudiées : sur la coupe dessinée dans la figure 2, il mesurait 450 μ de diamètre, la tige tout entière ayant à ce niveau 3,5 mm. de diamètre. Ce noyau offre souvent des traces vagues de stries concentriques, et il semble évident que sur des stylets jeunes, où les couches centrales ne se sont point encore fondues entre elles, on doit retrouver la même structure que dans le reste de la tige. La plupart du temps, la partie centrale du stylet contient un assez grand nombre de granulations très petites et très réfringentes, groupées de différentes façons; le plus souvent, ce sont de petits amas isolés,

(1) Je mentionnerai, à cet égard, un fait assez curieux : Le 24 avril 1889, j'avais mis, dans de l'alcool à 95°, toute une série de stylets cristallins que je venais de retirer d'*Anadonta anatina.* Il y a quelques jours (15 décembre 1889), ces stylets me sont retombés sous la main : ils étaient devenus opaques, blancs comme de l'albumine coagulée, et en même temps, d'une friabilité extrême. J'en mis un dans de l'eau distillée, et l'y laissai 30 heures environ ; lorsque je le retirai, il s'était gonflé au point de dépasser notablement ses dimensions primitives, tout en devenant gélatineux et mou, au point de se laisser écraser facilement sous le couvre-objet. A ma grande surprise, la préparation avait un aspect fibrillaire des plus nets : sous l'influence successive de la coagulation par l'alcool, puis de l'hydratation exagérée, la substance intime du stylet s'était résolue en un inextricable lacis de fines fibrilles amorphes enchevêtrées les unes dans les autres.

(2) Cette solubilité avait été déjà notée par Poli et d'autres anciens observateurs.

(3) Voir le Tome I de la Revue biologique du Nord.

ou encore une sorte de tache plus ou moins étendue, située presque exactement dans l'axe même du stylet, et qui, dans une coupe longitudinale (Pl. V, fig. 3), se montre comme une sorte de long ruban contourné et replié sur lui-même : on dirait d'une de ces baguettes de verre transparent, comme en fabriquent les verriers, au centre de laquelle un cordon de verre blanchâtre a été tordu en spirale. Avec les plus forts grossissements, j'ai constaté que ces divers aspects étaient dus uniquement aux granulations dont je viens de parler. Sur les nombreuses tiges de Pholades que j'ai examinées avec grand soin, jamais je n'ai pu trouver autre chose dans la zone centrale (1) : il n'en est pas de même chez tous les autres Lamellibranches, comme nous le verrons tout à l'heure. Avant de faire pour ainsi dire l'anatomie comparée du stylet chez les diverses espèces de Bivalves, je préfère en effet terminer la description complète de la tige des Pholades, qui nous servira de type.

Autour du noyau central, plus ou moins distinct, les couches se succèdent sans interruption, généralement plus épaisses vers la partie centrale, et au contraire plus minces vers la partie périphérique : les couches épaisses résultent visiblement de la fusion d'une ou de plusieurs couches minces. J'ai pris les mensurations de ces différents strates ; les plus épais mesuraient 30 à 35 μ, les moyennes 13 à 14 μ et les plus minces enfin 9 μ. Il est à peine besoin de faire remarquer que ces dimensions peuvent varier à l'infini suivant l'âge et la taille des animaux examinés, à plus forte raison suivant les espèces : j'insiste sur ce fait que les Pholades sont, à ma connaissance du moins, les Lamellibranches chez lesquels la tige cristalline est le mieux développé. Sur des coupes pratiquées au niveau du plus gros diamètre de la tige, j'ai en effet pu compter, chez plusieurs *Pholas crispata* de belle taille, de 100 à 110 couches successives, tant épaisses que minces ; si l'on suppose, ce qui est plus que certain, que les couches épaisses résultent de la fusion de plusieurs couches minces, on arrivera à un total de 150 à 160 strates !

(1) Haseloff (*loc. cit.*, p. 35) dit avoir observé deux fois chez la Moule, au centre de la tige, un mince cordon brunâtre, de la couleur du contenu stomacal. C'est pour lui un fait anormal, dû simplement à ce qu'une faible quantité de matière alimentaire a servi de noyau, pour ainsi dire, au stylet qui s'est déposé tout autour. Nous partageons cette manière de voir, comme on le verra plus loin lorsque nous parlerons des Naïades, où le cas se présente assez fréquemment.

Dans l'intimité de la substance même de ces zones, mais le plus souvent au niveau même de la ligne de démarcation qui sépare deux couches successives, on observe presque toujours de singulières productions (pl. V, fig. 3 et 4) qui, au premier abord, m'ont beaucoup intrigué. C'étaient de petits amas en forme de fuseau allongé et aigu à ses deux extrémités, dont les plus développés mesuraient environ 30 à 32 μ de longueur sur 5 à 6 μ de largeur; il y en avait d'ailleurs de toutes les tailles, ainsi qu'on peut le voir dans cette même figure. Sur des coupes sagittales (pl. V, fig. 3), on retrouve les mêmes productions avec des proportions identiques. Ces amas sont uniquement composés de petits granules excessivement réfringents, en tous points semblables à ceux dont j'ai signalé tout à l'heure la présence dans le noyau. On les rencontre également en grand nombre sur toute la périphérie de la tige cristalline où ils forment une couche assez dense, comme on peut le voir sur la coupe transversale représentée dans la figure 2 de la planche V. Nous étudierons ces derniers plus tard et nous verrons le rôle important qui leur est dévolu; quant aux amas granuleux situés dans l'intimité même de la tige, ils correspondent tout simplement à des points où la cuticularisation n'a pas été parfaite, où les éléments primitifs ne se sont pas fusionnés entre eux pour former une substance homogène, ne se sont pas gélifiés, en un mot. Les coupes transversales de la tige cristalline rappellent d'une façon frappante les coupes d'un kyste à échinocoques (1) ; ce sont les mêmes séries innombrables de couches concentriques amorphes, entre lesquelles on observe très fréquemment aussi des amas granuleux, primitivement très petits, qui, par un processus spécial, peuvent augmenter plus tard d'importance et donner naissance à des vésicules filles, soit par voie exogène, soit par voie endogène.

Notre ami le professeur Moniez, si compétent en tout ce qui touche à l'anatomie et à l'histologie des Cestodes, a bien voulu

(1) Je ne puis passer sous silence la ressemblance remarquable que présente le stylet cristallin avec le singulier organe que Koehler a décrit dans le pédoncule des Cirrhipèdes, sous le nom de *tige pédonculaire*. Cette tige, qui chez le *Pollicipes* présente des zones concentriques assez nettes, est entourée dans toute sa longueur par une gaîne conjonctive ; elle est sécrétée par une couche cellulaire, dont on n'aperçoit généralement que les restes (voyez Koehler : *Recherches sur la structure du pédoncule des Cirrhipèdes*, Rev. biol. du Nord de la France, t. I, p. 48, Nov. 1888 et *Recherches sur l'organisation des Cirrhipèdes*, Arch. de Biol, t. IX, p. 361-370, 1889.

attirer notre attention sur cette étroite ressemblance, et nous avons pu nous-mêmes juger du fait sur les excellentes préparations de kystes à échinocoques qu'il nous a montrées (1).

La structure que nous venons de décrire chez les Pholades se retrouve intégralement chez les nombreuses espèces de Lamellibranches marins que nous avons étudiées. Les variations de détail portent sur la grosseur de la tige par rapport à la taille de l'animal, sur le nombre et l'épaisseur des couches, sur la teinte plus ou moins foncée de la substance constitutive, etc... En somme, on peut conclure que chez la plupart des Lamellibranches marins (je ne connais pas d'exception pour ma part), la tige cristalline est composée d'une série de couches concentriques absolument hyalines, dans lesquelles on ne peut reconnaître la moindre structure, pas plus que la moindre trace de corps étranger d'une façon normale (2); les amas granuleux qu'on y rencontre et qui parfois occupent l'axe du stylet sous forme d'un ruban plus ou moins spiralé, se trouvent chez beaucoup d'espèces (*Anomia*, *Cardium*, *Pholas*, etc.) et peuvent évidemment se former chez toutes : nous avons vu qu'ils correspondent simplement à des points où la gélification n'a pas été complète (3).

Il n'en est pas de même pour les Naïades, chez lesquelles les choses paraissent plus compliquées. Ainsi que je le rappelais dans la partie historique du présent travail, c'est à von Siebold qu'on doit les premiers renseignements sur ce sujet; le fait est assez intéressant pour que je reproduise ici le texte même du savant anatomiste : « Chez les Naïades, où le cœcum manque, et où ce singulier organe s'étend de l'estomac dans l'intestin, j'y ai toujours distingué deux substances, l'une corticale, l'autre médullaire. La première, formée d'une sorte de tubes, est homogène, transparente

(1) Voyez R. Moniez : *Essai monographique sur les Cysticerques*, p. 101, Paris 1880.

(2) Il faut faire une exception pour les Huîtres, chez lesquelles différents observateurs, M. Certes, en tête, ont trouvé un Protozoaire, *Trypanosoma Balbianii* Certes, logé dans l'intimité même de la tige cristalline (Voyez surtout : Certes, *Note sur les parasites et les commensaux de l'Huître*, Bull. Soc. Zool. de France, t. VII, 1882, et *Parasites et commensaux de l'Huître*. Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences, Congrès de Rouen, 1883). M. Certes m'a tout récemment montré le même parasite dans la tige cristalline de *Venus decussata*.

(3) Ce sont certainement ces points qu'Haseloff (loc. cit., p. 20) a désignés dans les lignes suivantes : « Zuweilen, aber selten zeigte er bei *Mytilus* im Innern kleine Hohlraüme, welche dadurch enstanden waren, dass einzelnen Schichten sich an einigen Stellen nicht eng aneinander gelagert hatten. »

et composée de couches concentriques de la consistance du blanc d'œuf cuit. La substance médullaire est également transparente et homogène, mais de nature plutôt gélatineuse, et elle contient une quantité plus ou moins grande de petits granules (*Unio*) ou de bâtonnets (*Anodonta*) qui sont insolubles dans les acides et donnent à la tige cristalline, dans les points où ils sont rassemblés en grand nombre, une couleur blanchâtre quand on examine cette tige à la lumière réfléchie » (1).

Hazay n'est point aussi affirmatif quant à la présence *constante* d'un noyau médullaire : « Der Darmkörper ist weich, aber compact, die Masse erscheint, zu einer Schnur verdickt, übereinstimmend mit den jeweiligen Durchmesser-Dimensionen des Dünndarms, oft ganz klar, gleichartig, oft durch Schlammtheilchen etwas verunreisvigt, selten zeigt das Innere eine weissliche Markmasse » (2).

J'ai examiné, à ce sujet, un grand nombre de stylets de Naïades, et voici quels ont été les résultats de mes observations, qui concordent, on le verra, avec celles de Hazay.

La plupart du temps, *sur des animaux observés dans de bonnes conditions*, la tige cristalline des Naïades est en tous points comparable à celle des autres Lamellibranches, excepté naturellement certains caractères secondaires que j'ai signalés plus haut : consistance moindre, absence de coloration propre, etc. Dans certains cas, sans qu'il m'ait été possible d'en fixer absolument les conditions (3), j'ai constaté la présence d'une véritable zone médullaire presque liquide, s'écoulant lorsqu'on déchirait la tige qui se vidait alors et semblait une gaîne molle et flasque. Le centre de cette zone médullaire était occupé par de petits cristaux, sur lesquels je reviendrai dans un instant, et qui correspondent à n'en pas douter aux « petits granules (*Unio*) ou bâtonnets (*Anodonta*) » de von Siebold. Des cristaux analogues ne sont pas rares dans l'intimité de la flèche tricuspide, et je les ai observés pour ma part chez un assez grand nombre d'espèces, tant marines que terrestres. Déjà Deshayes en 1848 les avait signalés et grossièrement figurés (4) dans la flèche tricuspide de *Trigonella*

(1) Von Siebold : loc. cit., t. I, p. 265, note 15.

(2) Hazay : loc. cit., p. 161.

(3) Je crois pourtant pouvoir affirmer que le fait ne se présente jamais lorsqu'on examine des animaux tout fraîchement recueillis.

(4) Deshayes : *Exploration scientifique de l'Algérie*, mollusques, t. I, p. 456. pl. LIX, fig. 5.

(Scrobicularia) piperata. Hazay écrit aussi avoir observé une zone médullaire blanchâtre chez certains Naïades, mais sans rien dire de sa nature; par contre, il a vu souvent chez *Unio tumidus* le *Magengallert* (qui, pour moi, correspond à la flèche tricuspide en déliquescence) prendre une teinte d'un rouge intense, teinte due à la présence, dans sa masse, « d'une foule de corpuscules transparents, couleur de rubis, de forme rhomboédrique et pourvus chacun, à sa partie inférieure, de deux corpuscules jumeaux de même forme que le corpuscule principal (1). »

Les cristaux que j'ai rencontrés dans la tige cristalline des Anodontes ne sont point colorés en rouge, mais la description d'Hazay est suffisamment fidèle pour qu'il ne puisse rester de doutes sur leur identification. Ils ont la forme de rhomboèdres irréguliers, c'est-à-dire que la pyramide supérieure a son axe vertical beaucoup plus grand que celui de la pyramide inférieure. De chaque côté de la pyramide inférieure sont disposés transversalement deux autres cristaux semblables au principal, mais plus petits : ce sont les *corpuscules jumeaux* de Hazay. Bien que cette disposition soit celle que l'on rencontre le plus souvent, les cristaux en question peuvent se mâcler d'une foule de façons différentes, le système restant au fond le même. Ces cristaux, insolubles dans l'alcool et dans l'eau, résistent à l'acide acétique; la réaction par l'acide chlorhydrique ne m'a pas donné des résultats suffisamment nets pour que je puisse rien affirmer. Désireux de faire déterminer ces cristaux par un minéralogiste compétent, j'en avais fait une préparation soignée dans la glycérine; lorsqu'une quinzaine de jours plus tard je voulus revoir cette préparation, je trouvai les cristaux déformés, craquelés, avec les angles émoussés (2). Il m'a été impossible pour cette raison de savoir quelle en est la substance; je le regrette d'autant plus que c'est à leur accumulation qu'est dû cet aspect particulier, cette couleur blanchâtre, que prend parfois la zone centrale de la tige sous l'influence de la lumière réfléchie *(Markmasse)*.

(1) Hazay : loc. cit., p. 159, pl. XIV, fig. 21. Chez de nombreuses *Unio pictorum*, j'ai vu la flèche tricuspide et le stylet colorés en rouge orangé, mais sans que j'aie jamais pu y rencontrer les cristaux couleur de rubis signalés par Hazay. La teinte particulière de la tige ne semble donc pas due partout à la présence de ces derniers, comme l'affirme le naturaliste hongrois.

(2) Hazay dit pourtant (loc. cit., p. 159) avoir pu en conserver des préparations microscopiques durant trois ans, sans qu'elles se soient en rien altérées. Il est regrettable que l'auteur ne nous dise point quel liquide il a employé pour la conservation de ces cristaux.

Ce qu'on rencontre le plus souvent dans le noyau de la tige cristalline des Naïades, c'est un cordon plus au moins long, plus ou moins épais de débris alimentaires mélangés de grains de quartz, de fragments de silice, de frustules de Diatomées, de carapaces de Rotifères, etc.

A quelle cause attribuer la présence fréquente, au centre de la tige cristalline des Naïades, de ces éléments étrangers, qu'il s'agisse de cristaux rhomboédriques ou de débris alimentaires ? Il n'y a dans ce fait, à mon sens, qu'une simple anomalie, et il faudrait bien se garder d'en conclure, comme l'ont fait certains observateurs, qu'il en est régulièrement ainsi : ce que nous a démontré d'ailleurs l'étude de la tige des autres Lamellibranches. Dans les deux cas, il s'agit d'éléments étrangers provenant du sac stomacal ; ainsi que je l'ai déjà répété bien des fois, le stylet des Naïades est éminemment diffluent et ne tarde pas à se résorber dès que l'animal souffre de quelque façon que ce soit. Le cœcum qui loge habituellement cet organe reste donc vide, et il est bien aisé de comprendre que les débris alimentaires ou les cristaux en question ne manqueront point de passer de l'estomac dans le cœcum, servant ainsi d'axe autour duquel se déposera le nouveau stylet : c'est ainsi également que les vestiges d'une tige non encore entièrement résorbée peuvent être englobés au centre des couches de nouvelle formation. Si pareil fait est rare chez les Lamellibranches marins, c'est que généralement le stylet est beaucoup plus résistant, et qu'une fois formé il entre difficilement en diffluence.

Quelque intérêt que pût présenter la connaissance exacte de la substance fondamentale du stylet, ce côté de la question semble avoir été négligée par la plupart des anciens observateurs, si l'on en excepte cependant Poli, dont j'ai rapporté, dans la partie historique du présent travail (1), l'essai rudimentaire d'analyse chimique. C'est en effet à Hazay, dont le travail date de 1881, que l'on doit les premières notions exactes sur la composition de la tige des Naïades : « Le *Knorperstiel* et le *Darmkörper*, exposés à l'air, se contractent et se durcissent ; l'eau les dissout, tandis qu'ils restent intacts dans une solution de potasse ; dans l'alcool, la tige cristalline perd un peu de

(1) Voyez : Revue biologique du Nord, t. I, p. 129, 1888-89.

son volume, seulement au début. L'acide chlorhydrique dilué ne fait effervescence ni avec le *Knorpestiel* ni avec le *Darmkörper,* mais leur fait prendre une coloration d'un jaune verdâtre. Plongé dans l'acide sulfurique, le *Darmkörper* ne tarde pas à acquérir l'aspect d'un fragment de moelle de sureau; il reste d'un blanc pur, tandis que le *Knorperstiel* devient d'un blanc légèrement bleuâtre : le second jour la coloration de ces deux organes vire au violet clair, et finalement au violet-bleu. Il ressort de ces recherches chimiques que la substance fondamentale de ces corps hyalins est de nature albuminoïde (1). »

Les conclusions d'Haseloff sont presque identiques : « Le stylet cristallin prend une teinte jaunâtre dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide nitrique; il n'entre pas en effervescence vis à vis de l'acide chlorhydrique étendu. Il se dissout au contraire dans l'eau et plus rapidement encore dans l'eau salée. Dans l'acide acétique à 1 °/o, il disparaît complètement en 2 à 3 minutes.

L'acide sulfurique, au bout d'un temps assez long, lui fait prendre une couleur violette, caractéristique de l'albumine. Un autre caractère rapproche encore le stylet des matières albuminoïdes, c'est qu'une solution de stylets donne un précipité avec l'acide picrique. Enfin j'ai dissous dans l'eau une certaine quantité de stylets nettoyés avec soin, j'ai acidulé la solution avec de l'acide acétique, en y ajoutant ensuite du ferrocyanure de potassium : il s'est formé alors un précipité blanc, floconneux, caractéristique de l'albumine. De cette dernière réaction surtout, il résulte clairement que le stylet cristallin est de nature albuminoïde (2) ».

Tels sont les seuls documents, très rudimentaires on le voit, que nous possédons sur la constitution chimique du stylet. Mon ami le professeur Lambling, auquel j'adresse mes plus cordiaux remerciements, a bien voulu faire des analyses détaillées de ce singulier corps, et voici les conclusions qu'elles lui ont fourni :

« Les stylets cristallins du *Cardium edule* se présentent sous la forme de petits bâtonnets cylindriques, à contours nets et lisses, parfaitement transparents, légèrement jaunâtres et dont l'une des

(1) Hazay : loc. cit., p. 162.
(2) Haseloff : loc. cit., p. 22-23.

extrémités s'effile légèrement, l'autre restant mousse et souvent un peu irrégulière. Leur longueur varie de 20 à 26 millimètres, leur diamètre est d'environ un millimètre. Le poids d'un stylet à l'état frais est à peu près de 0 gr. 026 (moyenne fournie par la pesée en masse de cinquante stylets préalablement essuyés avec du papier à filtrer).

Les stylets frais sont souples, assez fermes, et se brisent plutôt qu'ils ne s'écrasent sous la pression de la pince. Lorsqu'on les laisse en tas, ils s'accolent rapidement les uns aux autres et forment au bout de quelques heures une masse translucide, homogène, qui a pris la forme du vase qui la contient et qui rappelle, par son aspect et sa consistance, la gelée de viande. Cette tendance à l'accolement et à la confluence semble être plus marquée lorsque l'animal a souffert et que sa valeur comestible a diminué. On a constaté en même temps, dans ces cas, sur un grand nombre d'individus, une coloration rougeâtre du stylet.

Si la gelée ainsi obtenue est abandonnée sous la cloche à acide sulfurique, elle diminue considérablement de volume et laisse un résidu d'aspect gommeux, brillant, mais toujours parfaitement transparent, même lorsqu'on dessèche rapidement, à l'étuve à 120°, le résidu encore humide. Une détermination du résidu sec et des matières organiques et minérales portant sur cinquante stylets préalablement lavés à l'eau distillée, a donné les résultats suivants :

Poids de 50 stylets frais, essuyés au papier. .	1 gr. 3225
» » » desséchés à 120° . .	0 1705
Sels minéraux insolubles.	0 0025
» » solubles	0 0090

Ce qui donne pour 100 parties de substance à l'état frais :

Eau	87,11
Matières solides. . .	12,89
» organiques .	12,03
» minérales . .	0,86

J'ai constaté d'abord la nature albuminoïde de cette matière organique. A cet effet, les stylets ont été à plusieurs reprises lavés

rapidement par décantation avec de l'eau distillée (1), puis soumis aux réactions suivantes :

Les stylets calcinés dégagent une odeur caractéristique de corne brûlée.

L'acide chlorhydrique concentré les dissout très rapidement, surtout à une douce chaleur, en se colorant en bleu violacé.

Le réactif de Millon les blanchit immédiatement à froid. A chaud, il les colore en rouge vif.

Les stylets trempés dans une solution de sulfate de cuivre, puis lavés un peu à l'eau et traités par une lesssive étendue de potasse, prennent une belle coloration bleue, ou rose lorsque le contact avec la solution cuivrique a été très court.

La réaction d'Adamkiewicz (coloration violette avec l'acide acétique glacial additionné d'acide sulfurique) réussit également très bien.

Ces réactions démontrent que la masse principale du stylet est évidemment de nature albuminoïde. J'ai étudié ensuite l'action décomposante des acides étendus et chauds, afin de déterminer si cette masse albuminoïde rentre dans la classe des substances protéiques proprement dites ou dans celle des protéides de Hoppe-Seyler (2). A cet effet, j'ai fait bouillir pendant une quarantaine de minutes une centaine de stylets avec de l'acide sulfurique à 2 %. La solution sulfurique neutralisée, fut précipitée par de l'alcool. La liqueur alcoolique séparée par filtration d'un précipité floconneux, de nature albuminoïde, puis évaporé presqu'à sec et reprise par de l'eau, a fourni une solution réduisant énergiquement la liqueur de Fehling.

Ce dédoublement est analogue à celui que présentent la mucine et la chondrine. Ajoutons immédiatement que cette réaction est sujette à caution, puisque la production de ces substances réductrices s'explique aussi bien par la saccharification d'un hydrocarboné quelconque mêlé à la masse des stylets, que par le dédoublement de la matière protéique elle-même (3).

(1) Les stylets sont en effet souillés au moment de leur extraction par des liquides divers (sucs digestifs, lymphe, etc.).

(2) Les protéides sont des matières protéiques complexes pouvant se dédoubler en un albuminoïde proprement dit et en d'autres substances (Hoppe-Seyler. *Traité d'analyse chimique appliquée à la physiologie*, etc... traduit par Schlagdenhauffen, Paris 1877, p. 295).

(3) Je dois cependant dire que toutes les tentatives faites en vue de séparer, de la masse albuminoïde des stylets, une substance de nature hydro-carbonée sont restées infructueuses. La recherche du glycogène notamment, a fourni un résultat négatif, que confirme entièrement l'examen microchimique.

J'ai essayé, par l'étude des réactions de la solution aqueuse des stylets, d'opérer une séparation de la matière ou des matières albuminoïdes contenues dans ces organes. Les stylets se dissolvent en effet assez facilement dans l'eau. A froid, la dissolution d'une centaine de stylets dans 20 à 30cc d'eau est complète au bout de 8 à 10 heures, plus rapidement encore, si l'on a soin de déchirer les stylets par la trituration. Cette solution, assez épaisse, un peu visqueuse, mais non filante, est toujours un peu opaline, malgré des filtrations répétées. Lorsque les stylets ont été bien lavés, elle est neutre, sinon elle présente parfois une réaction très faiblement alcaline. J'indiquerai plus loin quelques-unes des réactions de cette solution. Pour l'instant, je n'en veux retenir qu'une seule, celle qui a servi à établir, au moins sommairement, la composition de ces organes.

En étendant cette solution aqueuse de vingt fois son volume d'eau et la faisant traverser par un courant d'acide carbonique, on produit un trouble très manifeste que l'addition d'une trace d'acide acétique accentue encore et qui disparaît au contraire instantanément, si l'on ajoute un peu d'une solution concentrée de chlorure de sodium. Cette réaction indiquant la présence d'une globuline, j'ai essayé l'action du sulfate de magnésium en poudre, dont l'emploi a permis à Hammarsten (1) d'arriver à une séparation si exacte et si complète de la globuline du sérum sanguin. Or, le sulfate de magnésium en poudre, ajouté à la solution primitive des stylets, produit un précipité floconneux, très abondant, qui, lorsque la saturation par le sel est complète, se rassemble au bout de quelques heures à la surface sous forme d'une sorte de gâteau assez épais. Le liquide sous-jacent est alors complètement limpide, se sépare par filtration avec la plus grande facilité, et ne donne plus aucune des réactions des matières albuminoïdes. Du reste, ce liquide concentré dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, et débarrassé par des cristallisations successives de la majeure partie du sel, fournit à l'évaporation un résidu que la calcination ne colore que très légèrement en gris. L'élimination des matières organiques a donc été sensiblement complète.

Cette réaction fournit le point de départ d'une analyse som-

(1) Hammarsten, Pflügers's Arch. t. XVII et Zeitsch. f. physiol. Chemie. t. VIII, p. 465.

maire dont voici les résultats. Environ cinq cent cinquante à six cents stylets sont dissous dans 120cc d'eau.

On divise la solution en quatre portions de 30cc chacune.

La première est évaporée à siccité au bain-marie. Le résidu est desséché à 120°, pesé, puis incinéré. On trouve ainsi, déduction faite des cendres:

Matière organique . . . . 0 gr. 4809

Les trois autres portions ont été étendues de leur volume d'eau et additionnées jusqu'à refus de sulfate de magnésium en poudre (1). Sur l'une de ces trois portions la purification et la pesée de la matière albuminoïde ainsi précipitée a été faite d'après le procédé indiqué par Hammarsten pour le dosage des globulines. Ce procédé consiste à rassembler, sur un filtre lavé, desséché à 120° et taré, le précipité produit par le sulfate de magnésium, à le laver avec une solution saturée du même sel, puis à abandonner le précipité sur son filtre dans une étuve à 120° pendant quelques heures. Au bout de ce temps, la matière albuminoïde étant complètement coagulée, on se débarrasse par des lavages à l'eau du sulfate de magnésium qui imprègne encore la masse, on épuise successivement par l'alcool et l'éther, on dessèche à 120° et on repèse.

Le filtre et son contenu sont ensuite incinérés et le poids des cendres est déduit du résultat fourni par la première pesée.

Ce procédé m'a fourni pour l'une des portions de 30cc, déduction faite des cendres (2):

Matière précipitable par le sulfate de magnésium . . . 0 gr. 4400

Ce résultat est entaché d'une erreur par défaut. En effet, la matière albuminoïde précipitée de la solution des stylets par le sulfate de magnésium, et introduite aussitôt dans une étuve à 120°, n'est qu'incomplètement coagulée au bout de six et même de douze heures de chauffe. Sous l'action des eaux de lavage, elle se gonfle peu à peu, redevient, dans une certaine mesure, translucide, gélatineuse et cesse d'être complètement insoluble dans l'eau. Et de fait, les liquides de lavage sont mousseux et le résidu qu'ils

(1) La séparation de la matière albuminoïde se fait difficilement dans les solutions concentrées et épaisses.

(2) Le poids des cendres dépassait à peine 1 °/o de substance sèche.

fournissent par évaporation, noircit quand on le calcine, en dégageant une odeur de corne brûlée.

On évite, au contraire, cette perte en faisant bouillir le précipité avec son eau mère magnésienne avant de le rassembler sur le filtre, ce qui est sans inconvénient dans le cas présent, puisqu'aucune autre matière albuminoïde n'accompagne celle que le sel magnésien a précipitée. On obtient ainsi un coagulum que l'on peut laver immédiatement à l'eau jusqu'à disparition de la réaction des sulfates. On épuise ensuite à l'alcool et à l'éther et on pèse après dessication à 120° pendant quelques heures. J'ai obtenu par ce procédé, en opérant sur une autre portion de 30cc de liquide primitif déduction faite des cendres :

Matière précipitable par le sulfate de magnésium 0,4678

On voit donc que sur un poids total de 0 gr. 4809 de matières organiques, on en retrouve 0 gr. 4678 sous forme de matière précipitable par le sulfate de magnésium. La concordance est suffisante pour qu'on puisse affirmer que la substance précipitée par le sulfate de magnésium est la seule matière organique qui soit contenue dans les stylets (1).

Enfin la quatrième et dernière portion de 30cc, précipitée comme les deux précédentes par le sulfate de magnésium fournit un coagulum qui, après lavage à l'eau, l'alcool et l'éther, fut détaché du filtre à l'aide de la pissette et soumis, comme il a été dit précédemment, à l'action de l'acide sulfurique étendu et chaud. On obtint ainsi après élimination totale des matières albuminoïdes par l'alcool (voy. p. 47) un extrait aqueux qui fut étendu à 20cc. Il fallut 11cc de ce liquide pour décolorer 5cc de liqueur de Fehling. La quantité totale de principes réducteurs produits équivalait donc donc à 0 gr. 045 de glucose primitive, c'est-à-dire à 0 gr. 095 de glucose pour *un gramme* de matière protéique sèche.

Un autre essai de dédoublement a été fait *directement* avec *un gramme* de stylets à l'état sec. Ici la quantité de substances réduc-

(1) L'eau mère magnésienne séparée par filtration du précipité albuminoïde et additionnée d'une nouvelle quantité de sulfate de magnésium se troubla encore légèrement au bout de 12 heures, ce qui montre qu'on n'avait pas attendu un temps suffisant pour une précipitation absolument complète. De nouveaux dosages que je n'ai pu faire encore, faute de matière première, donneront certainement des résultats tout à fait concordants.

trices produites, évaluée à l'aide de la liqueur de Fehling correspondait à 0 gr. 085 de glucose, résultat qui présente avec le précédent un accord suffisant, si l'on tient compte des incertitudes inhérentes à ce genre de détermination (1). — Ajoutons que ces substances sont sans action sur la lumière polarisée.

Quoi qu'il en soit, il ressort de ce qui précède que les stylets de *Cardium edule* sont presqu'exclusivement constituées par une substance de nature albuminoïde, précipitée de sa solution aqueuse par le sulfate de magnésium à la manière d'une globuline, mais fournissant sous l'action des acides étendus et chauds des corps qui réduisent les solutions alcalines d'oxyde de cuivre.

J'ai essayé de caractériser cette substance d'une façon plus précise. Le mieux serait, sans doute, de soumettre tout d'abord la solution aqueuse des stylets à des précipitations fractionnées, à l'aide du sulfate de magnésium, et de faire l'analyse élémentaire de ces précipités successifs. On verrait ainsi s'ils sont ou non constitués par un seul individu chimique. Je me propose de faire cette étude méthodique sitôt que j'aurai l'occasion de rassembler de la matière première en quantité suffisante. Je me bornerai ici, pour compléter ces renseignements préliminaires, à signaler quelques réactions présentées par la solution des stylets ou par les stylets en nature.

Cette solution aqueuse qui est parfaitement neutre, ne se trouble que d'une façon tout à fait insignifiante sous l'action de la chaleur. Par contre les stylets en nature, bouillis avec de l'eau, s'opacifient légèrement, blanchissent et peuvent, dans cet état, être conservés sous l'eau pendant de longues semaines sans se dissoudre, ni se gonfler.

La chaleur aidée de l'acide acétique très dilué, ou du mélange d'acide acétique et de chlorure de sodium, le mélange d'acide acétique et de cyanure jaune, l'acide azotique à froid, produisent à la vérité un trouble net, mais aucun de ces précipités n'est en rapport avec la quantité de substance dissoute. On s'en assure aisément en saturant de sulfate de magnésium en poudre un volume égal de la solution primitive. Il se produit alors un précipité en grumeaux épais, infiniment plus abondant. — Par contre le sel marin en poudre ne produit aucun précipité.

(1) Le dosage est en effet assez incertain à cause de la lenteur avec laquelle se sépare et se dépose l'oxydule de cuivre produit. Il est, en outre, difficile de saisir le moment où le dédoublement par l'acide sulfurique est achevé et où la production des principes réducteurs est maxima.

Le précipité que l'on obtient en diluant la solution de vingt volumes d'eau et en ajoutant une trace d'acide acétique est également très faible et reste indéfiniment en suspension.

J'ai étudié en outre l'action d'un grand nombre d'autres réactifs. Quelques-uns comme le perchlorure de fer à l'état de traces très faibles, transforment la solution aqueuse des stylets en une gelée opaline très épaisse.

J'ai essayé aussi de purifier par dialyse le précipité produit par le sulfate de magnésium. Il importait, en effet, de s'assurer si cette matière albuminoïde est soluble dans l'eau par elle-même ou seulement à la faveur de sels minéraux. J'ai donc introduit dans un dialyseur en les arrosant d'un peu d'eau, les grumeaux blancs, opaques, denses, produits par le sel magnésien. Il s'est produit alors un phénomène très curieux. Presqu'instantanément le précipité a absorbé toute l'eau qui lui était offerte et s'est transformé en une gelée assez ferme, translucide, tout à fait semblable à la masse tremblottante que l'on obtient lorsqu'on abandonne en tas les stylets frais. Cette gelée s'est peu à peu liquéfiée et ne s'est que très légèrement troublée sous l'action d'une dialyse active et prolongée. On n'a pas vu se produire ce précipité caractéristique, adhérent à la membrane du dialyseur, que fournissent, dans ces conditions, les solutions salines des globulines (1).

Il est bon de noter encore que les stylets en nature ne sont ni gonflés sensiblement, ni dissous par l'acide chlorhydrique à 3 p. 1000, à la température de 37° (2). L'addition d'un peu de pepsine produit une dissolution rapide.

Je me propose de continuer cette recherche et en particulier d'établir la composition centésimale du précipité magnésien et d'étudier la nature des produits résultant du dédoublement provoqué par l'acide sulfurique étendu et chaud.

En résumé, la réaction la plus importante fournie par la matière azotée des stylets consiste dans le dédoublement provoqué par les acides étendus et chauds, réaction qui rapprocherait la matière albuminoïde étudiée de la mucine et de la chondrine. Or, ce sont

(1) Dans toutes ces expériences, on évitait l'action de la putréfaction par l'addition d'une trace d'acide prussique. Mais il est certain qu'il vaudrait mieux opérer en hiver à une température voisine de 0°.

(2) A la température du laboratoire, le contact avec l'acide chlorhydrique à 3 p. 1000 peut durer plusieurs mois sans que les stylets soient sensiblement attaqués, ni même gonflés.

là des matières protéiques qui, tout au moins chez les animaux plus élevés en organisation, nous apparaissent comme des albuminoïdes en quelque sorte dégradés, c'est-à-dire qu'ils ne remplissent plus le rôle biologique, que jouent, dans les phénomènes de la nutrition générale, les albumines proprement dites et, en particulier, que nous ne voyons jamais des substances de ce genre constituer des réserves nutritives. On voit donc que cette analogie entre la matière protéique des stylets et des corps tels que la mucine n'est pas, à ce point de vue général, favorable à la théorie de HASELOFF qui veut faire des stylets une réserve nutritive (Pr LAMBLING). »

§ II. ORIGINE DU STYLET CRISTALLIN

Les hypothèses sur l'origine du stylet cristallin ont été peu nombreuses, et l'on peut grouper sous deux chefs principaux les opinions des divers savants qui se sont occupés de la question.

Nous rangerons dans une première catégorie ceux qui, à la suite de MILNE-EDWARDS, ont admis que le stylet n'est pas autre chose que le produit d'une sécrétion de l'épithélium intestinal, idée adoptée par GEGENBAUR, CLAUS, etc.

La seconde catégorie sera réservée à ceux qui considèrent le stylet comme formé simplement de matériaux de réserve.

Examinons d'abord cette dernière hypothèse, émise tout récemment, pour la première fois, par HAZAY. Voici, d'après le naturaliste hongrois, quel serait le mode de formation de la tige cristalline chez les Naïades : Durant toute la saison chaude, ces Mollusques ont à leur disposition une nourriture extrêmement abondante ; la quantité nécessaire à l'entretien de l'animal est seule absorbée, le reste se métamorphose en une masse gélatineuse jaunâtre *(Magengallert)*. C'est aux dépens de cette substance qui se formera plus tard ce qu'HAZAY prend pour le stylet (*Knorperstiel*); au commencement d'octobre, cette transformation est terminée, et l'on voit alors survenir un nouveau processus. Vers les derniers jours d'octobre ou le début de novembre, la masse gélatineuse a complètement disparu ; elle s'est coulée, pour ainsi dire, dans le cœcum intestinal qui lui a servi de moule, formant ainsi une longue tige cylindrique qu'HAZAY nomme *Dűnndarmkőrper* (1). Des réactions chimiques que

(1) J'ai montré plus haut par suite de quelle erreur d'interprétation HAZAY avait pris le *Knorpersliet*, qui n'est que la flèche tricuspide, pour le stylet cristallin et le *Dűnndarmkőrper*, la vraie tige, pour un organe particulier.

j'ai rapportées dans le paragraphe précédent, le naturaliste hongrois a conclu que la tige hyaline en question constituait un véritable produit de réserve, que l'animal consomme progressivement durant la période d'hibernation ; à l'appui de cette opinion, il assure qu'en hiver cette curieuse formation disparaît. Quant au *Knorperstiel*, il joue le rôle d'une sorte de clapet destiné à obturer l'orifice par lequel le cæcum s'ouvre dans l'estomac et à empêcher la tige hyaline de refluer en avant ; puis il est résorbé à son tour, et, au premier printemps, l'estomac est complètement vide, à moins que l'animal n'ait point entièrement employé ses réserves : en ce cas, l'on rencontre parfois les restes informes du *Knorperstiel*, tandis que le *Darmkörper* est encore reconnaissable sous forme d'un mince filet qui, l'été suivant, servira d'axe au nouveau cordon hyalin.

Haseloff accepte les théories d'Hazay, et voici sur quelles expériences il se base pour admettre que le stylet cristallin des Moules est une formation absolument étrangère à l'animal, constituée uniquement par des matériaux de réserve. Après avoir ouvert une certaine quantité de Moules comestibles fraîches, et avoir constaté que *toutes* elles possèdent une tige cristalline en bon état, l'auteur choisit dans sa récolte 7 Moules et les met dans une cuvette contenant de l'eau de mer *filtrée*. Tandis que ces 7 premières Moules demeurent privées de nourriture, 7 autres sont gardées comme témoins dans une cuvette d'eau de mer ordinaire, et pourvues d'une abondante provende. Au bout de 2 jours, Haseloff disséqua une des Moules soumises au jeûne ; le stylet était devenu plus gélatineux, plus mou, et semblait diminué de volume. Deux jours plus tard, une autre Moule de la première cuvette fut examinée, et le stylet était encore plus réduit que dans le cas précédent. Après huit jours de jeûne, le stylet avait complètement disparu. A ce moment, les 7 Moules qui vivaient dans l'eau de mer non filtrée, furent ouvertes ; toutes possédaient une tige cristalline.

Une seconde expérience complémentaire fut entreprise ; 7 Moules furent déposées au fond d'une cuvette remplie d'eau de mer filtrée, qui, pour plus de sécurité, fut refiltrée tous les jours. Au bout de six jours, 3 Mollusques furent disséqués : chez tous, la tige cristalline s'était résorbée. On était en droit de croire, dit Haseloff, qu'il en était de même pour les animaux qui restaient vivants dans la cuvette.

L'auteur alors, au lieu de filtrer l'eau, y versa une abondante

nourriture, et, dix jours plus tard, lorsqu'il examina les quatre dernières Moules, il put constater que, sous l'influence de ce régime réparateur, le stylet cristallin s'était reformé dans toute sa longueur, bien qu'il fut encore très mince. Cette expérience, répétée à trois reprises, réussit chaque fois avec un égal succès.

Comme Hazay toujours, Haseloff fit du stylet une analyse chimique rudimentaire, qui a été résumée plus haut, et, s'appuyant d'une part sur les résultats de cette analyse, de l'autre sur les expériences physiologiques que je viens de citer, il conclut en ces termes, en parlant du stylet : « *dass er das Product einer chemischen Transformation der vom Tier aufgenommen überschüssigen Nahrung ist, bewirkt durch enzymatische Verdauungssekrete* (1). »

En somme, la théorie d'Hazay et d'Haseloff peut se résumer dans les deux propositions suivantes :

1° Le stylet cristallin est formé d'une matière albuminoïde ;

2° Le stylet cristallin disparaît lorsque l'animal entre dans la période d'hibernation (Naïades), ou lorsqu'il est soumis au jeûne (Moules).

En conséquence c'est un produit de réserve.

Nous allons successivement examiner la valeur des arguments invoqués par les deux naturalistes allemands.

Et d'abord, s'il est certain que le stylet cristallin est formé d'une matière nettement albuminoïde, on ne se trouve pas en droit de conclure d'une simple ressemblance physique à une identité physiologique. Nous avons discuté plus haut cette question et nous n'y reviendrons plus.

L'accumulation de réserves alimentaires dans le tube digestif lui-même est d'ailleurs si contraire à tout ce qu'on connaît chez les autres animaux, que l'éminent physiologiste Krükenberg, séduit au premier abord par les côtés ingénieux de la théorie d'Hazay, se refusa plus tard absolument à l'admettre (2).

Ne serait-il point en effet singulier de voir un animal digérer le bol alimentaire *(chemische Transformation der Nahrung durch enzymatische Verdauungssekrete)*, en absorber seulement une partie, et mettre l'autre en réserve dans un diverticulum de l'estomac lui-même ? Pourquoi cette seconde partie ne serait-elle pas aussi absorbée ?

(1) Haseloff : loc. cit., p. 33.
(2) Krükenberg : loc. cit., p. 63.

Il est du reste absolument nécessaire de bien préciser ici ce qu'on appelle, en physiologie, une réserve nutritive; la vraie réserve physiologique est celle qui se fait non pas en un point quelconque du tube digestif, c'est-à-dire au seuil et en dehors de l'organisme, à ce compte on pourrait appeler matériaux de réserve les aliments que les Singes et le Hamster accumulent dans leurs abajoues, l'herbe que les Ruminants amassent dans leur panse, etc., mais bien celle qui absorbée, puis modifiée, adaptée en quelque sorte aux besoins de l'espèce, va ensuite se loger dans l'intimité d'un tissu d'où l'organisme le retire au fur et à mesure de ses besoins : tels sont la graisse, le glycogène, la globuline du muscle par exemple.

On pourrait objecter, en modifiant la théorie d'Hazay et d'Haseloff, que le stylet cristallin n'est pas une réserve mise de côté sur place par le tube digestif lui-même, mais bien une réserve sécrétée par l'épithélium cœcal qui, au moment des besoins, se fluidifie, coule dans l'estomac et est ainsi reprise par l'organisme. Mais cela encore est en contradiction avec tout ce que nous savons des réserves physiologiques; le vrai caractère de celles-ci et l'avantage qu'elles présentent est en effet de pouvoir être reprises à chaque instant, et sans perte, par l'organisme qui les a accumulées : c'est ainsi que nous voyons la réserve graisseuse être reprise très rapidement par un animal en inanition. Il serait bien singulier au contraire qu'une réserve nutritive fût reprise par *voie digestive*, c'est-à-dire soumise aux conditions de perte que comporte nécessairement une digestion.

L'étude des Mollusques hibernants peut d'ailleurs nous fournir à ce sujet des documents importants et il est bon de rappeler ici les très intéressantes recherches de Yung sur le rôle du glycogène chez l'*Helix pomatia* (1) : « L'escargot possède dans son foie, au moment où il se plonge dans son sommeil d'hiver, une provision de glycogène qui va décroissant toujours. Nous avons suivi vingt Escargots pendant l'hiver 1884-1885 en les tuant deux par deux tous les huit jours. Huit jours après la confection définitive de l'épiphragme, la proportion de glycogène paraît avoir déjà notablement diminué. Après quinze jours la solution iodée ne fait déjà plus apparaître de coloration dans les faisceaux fibrillaires et les petites cellules de

(1) E. Yung : *Contributions à l'histoire physiologique de l'Escargot*, p. 56-63, Bruxelles, 1887.

substance conjonctive.... Nous croyons devoir indiquer la fin de la cinquième semaine comme terme extrême au delà duquel la consommation du glycogène est achevée.... Lorsqu'on soumet l'*Helix* à l'inanition au milieu de l'été, son glycogène hépatique disparaît plus vite qu'en hiver. On n'en trouve déjà plus après quinze jours. » Et l'auteur conclut : « En résumé, le glycogène est normal dans le tissu du foie de l'Escargot, il y joue le rôle d'une substance nutritive de réserve, qui se transforme en sucre sous l'influence du ferment diastasique de l'organe, et sa proportion subit des variations selon la nature de l'alimentation et selon l'époque à laquelle on l'examine. »

Avec juste raison, Yung rapproche ces résultats de ceux qu'à observés Cl. Bernard sur les Vertébrés hibernants, la Grenouille par exemple. Chez les Mollusques aussi bien que chez les animaux supérieurs, le glycogène semble donc tenir un rang des plus importants parmi les matériaux de réserve; on sait en outre depuis longtemps que cette substance peut se retrouver à peu près dans tous les tissus de l'organisme, il eût donc été tout naturel d'en rencontrer dans la tige cristalline, si cette dernière joue réellement le rôle que lui prêtent Hazay et Haseloff : les coupes du stylet que j'ai colorées à l'aide de l'iode ioduré ne m'ont fourni que des résultats négatifs, et c'est également la conclusion à laquelle est arrivé le Professeur Lambling par une analyse chimique soignée.

Je ferai observer en outre que, si réellement le stylet était composé d'aliments transformés par un suc enzymatique quelconque, on devrait retrouver dans la masse, *épars çà et là,* une grande quantité de débris alimentaires, tels que grains de quartz, de silice, frustules de Diatomées, carapaces chitineuses d'Infusoires ou de Rotifères, etc.... Or, nous avons vu qu'il n'en est rien, et c'est seulement par exception qu'on rencontre parfois de semblables débris, *situés toujours au centre même de la tige,* sous forme d'un cordon allongé : nous en avons expliqué l'origine.

Un fait qui plaide également en faveur de la nature cuticulaire et épithéliale du stylet, c'est la disposition en couches concentriques de cet organe. Cette structure devient au contraire incompréhensible si l'on admet que la tige est uniquement constituée par des matières alimentaires semi-fluides qui se sont simplement coulées dans le cæcum comme dans un moule. On ne saurait en effet s'arrêter rai-

sonnablement à la tentative d'explication que donne Haseloff, pour lequel les zones concentriques sont uniquement dues à ce fait que la tige ne se forme que petit à petit, par dépôts successifs, au fur et à mesure que l'animal absorbe une nourriture trop copieuse.... Une pareille théorie n'est point soutenable et porte en elle sa condamnation.

J'en arrive maintenant aux observations d'Hazay sur l'utilisation de ces produits de réserve, consommés par l'animal durant la saison froide. On sait, en effet, que les Naïades subissent une véritable hibernation ; dès qu'arrivent les premières gelées, elles s'enfoncent dans la vase des étangs, parfois même très profondément, et y attendent le retour du printemps. Hazay pouvait donc se laisser entraîner par des considérations *a priori*, lorsqu'il regardait le stylet comme un produit de réserve destiné à être absorbé par le Mollusque durant cette longue période ; sa théorie avait au moins pour elle les apparences. Mais ce sont là des faits exceptionnels chez les Lamellibranches, et aucun des Bivalves de nos côtes, à ma connaissance du moins, ne mène un semblable genre d'existence. L'hiver aussi bien que l'été le *Cardium edule*, par exemple, se trouve dans des conditions identiques: il vit toujours enfoui de quelques centimètres dans le sable ou dans la vase des grèves, et tous les jours le flux lui apporte régulièrement sa nourriture. Il en est de même pour tous nos Mollusques côtiers, et si je cite ceux-là, c'est que ce sont ceux que j'ai le mieux étudiés. Dans ces conditions, pas d'hibernation, pas de jeûne possible; à quoi donc servirait à l'animal d'accumuler des matériaux de réserve qu'il n'aura jamais l'occasion d'utiliser ? Et puis, les Lamellibranches hibernants devraient posséder des réserves beaucoup plus considérables que les autres, c'est-à-dire une tige cristalline proportionnellement plus développée que chez les types non hibernants; or, c'est précisément le contraire qui a eu lieu : les stylets des Naïades sont bien moins denses, bien moins riches en matériaux, par conséquent, que ceux des Pholades, des Bucardes, etc., et beaucoup moins gros relativement à la taille de l'animal. Encore une fois, Hazay dans ses expériences s'est adressé à des formes spéciales, très éloignées par leurs mœurs de tous les autres Lamellibranches, et dont le stylet, par surcroît, entre si facilement en diffluence qu'il disparaît avec la plus grande rapidité dès qu'on sort l'animal de ses conditions habituelles.

Il faut bien reconnaître, d'ailleurs, que les observations du naturaliste hongrois sont bien loin d'être d'accord avec celles d'autres malacologistes quant à la présence ou à l'absence du stylet suivant les différentes périodes de l'année. Tandis, en effet, qu'Hazay écrit que cet organe manque au premier printemps, puisqu'il a été résorbé durant l'hiver, Baudon, par exemple, affirme que « c'est principalement au printemps qu'il l'a rencontré dans l'estomac des Anodontes de tout âge. » Pour ma part, lorsque j'ai examiné des Anodontes fraîchement pêchées, j'ai, pour ainsi dire, toujours rencontré la tige cristalline, en quelque saison que ce soit. Voici quelques chiffres que j'extrais de mon carnet d'observations :

I. Le 7 février 1887, j'ouvre une Anodonte conservée depuis plus d'un an dans un très grand aquarium, parfaitement aménagé, c'est-à-dire que l'animal avait eu largement le temps de s'acclimater à ses nouvelles conditions d'existence; la tige cristalline est très développée, ainsi que la flèche tricuspide.

II. Le 24 avril 1889, je reçois 21 Anodontes, provenant des marais de Fampoux, que j'examine le lendemain même du jour où elles ont été pêchées ; 18 d'entre elles possédaient un stylet cristallin, et, sur ces 18, 17 avaient en même temps une flèche tricuspide en très bon état.

III. Cinq Anodontes de très belle taille, recueillis dans les marais de Wavrin, me sont apportées le 9 janvier 1890. Disséquées immédiatement, elles contiennent toutes cinq une tige cristalline et une flèche tricuspide extrêmement bien développées.

Ces faits sont absolument en désaccord avec la théorie d'Hazay, puisque, durant l'hiver, la tige devrait être en voie de résorption et avoir complètement disparu au premier printemps......

J'en arrive maintenant aux expériences de Haseloff, qui, nous l'avons vu, peuvent se résumer ainsi : chez les Moules soumises au jeûne, le stylet cristallin, de nature albuminoïde, se résorbe rapidement ; donc c'est un produit de réserve.

La logique de ce raisonnement me paraît bien téméraire, et il est certainement prématuré de tirer des conclusions de prémisces aussi peu solidement assises. D'abord, s'ensuit-il nécessairement qu'un organe soit composé de matériaux de réserve, rien que parce qu'il est de nature albuminoïde et qu'on le voit disparaître dès

qu'un animal se trouve dans de mauvaises conditions biologiques ? Il serait aventureux de répondre par l'affirmative à une semblable question. Ce sont là de pures vues de l'esprit auxquelles on peut d'ailleurs opposer sans tarder le raisonnement suivant : Si les Moules emmagasinent des matériaux de réserves, c'est sûrement dans le but de les utiliser un jour ou l'autre ; or, dans ces conditions, comment se fait-il que toutes les Moules *fraîches* examinées par Haseloff possédaient un stylet ? Comment expliquer que jamais Haseloff n'ait rencontré une Moule *fraîche* dont la tige avait été résorbée, un animal, en un mot, qui venait d'utiliser ses réserves ? Le genre de vie que mènent les Moules explique-t-il d'ailleurs la nécessité de semblables approvisionnements ? Pas le moins du monde ; les Moules, de même que les autres Lamellibranches marins, n'hivernent pas et n'ont, par conséquent, nul besoin d'accumuler des réserves pour les temps de disette. Je ferai, en outre, à Haseloff, le même reproche qu'à Hazay : les Moules ne sont point un bon sujet d'étude, car la tige cristalline se dissout chez elles très rapidement ; Sabatier prétend même qu'elles perdent leur stylet dès qu'on les garde quelques jours en aquarium.

Et puis, de ce qu'un fait a été observé chez une espèce donnée, en résulte-t-il qu'il en soit de même pour tous les autres Lamellibranches ? De pareilles affirmations, aussi peu concordantes avec les idées généralement reçues, demandent à être contrôlées et vérifiées avant qu'on en puisse tirer des conclusions générales. Si Haseloff avait multiplié ses expériences sur d'autres Bivalves, il aurait été le premier à voir les points faibles de sa théorie. Aux expériences d'Haseloff, je puis répondre par d'autres qui fournissent des résultats absolument inverses.

Le 25 novembre 1888, un fort envoi de *Cardium edule* m'est fait de la baie d'Authie et me parvient le lendemain 26. Je choisis 26 exemplaires de belle taille, dont les valves énergiquement serrées témoignent de la bonne santé des animaux, et je les fais placer à sec dans une cuvette recouverte d'un disque de verre pour que l'évaporation soit moins active ; en outre, la cuvette est elle-même déposée dans une cave bien fraîche.

Le 28, c'est-à-dire après un jeûne de trois jours (sans parler du trouble occasionné par le voyage), j'ouvre cinq *Cardium*, trois d'entre eux avaient leur stylet absolument intact, les deux autres parais-

saient avoir un peu souffert, et la tige, sans présenter toutefois aucune altération bien nette, n'avait plus son aspect normal.

Le 29, deux individus sont disséqués : le stylet est en excellent état (1).

Le 30, sur quatre *Cardium* que j'examine, trois possèdent un stylet entièrement intact; chez le quatrième, la tige est seulement très légérement diffluente à son extrémité inférieure, c'est-à-dire à son extrémité amincie.

Le 1er décembre, je sacrifie quatre autres *Cardium*, le stylet est entier, ne présentant aucune trace de diffluence; peut-être est-il un peu plus foncé de teinte, un peu moins élastique et moins ferme que d'habitude?

Le 2, sur trois animaux examinés, deux ont leur stylet normal, à part une légère diffluence vers l'extrémité inférieure. La troisième Bucarde est presque morte ; c'est à peine si les muscles adducteurs offrent quelque résistance lorsque j'introduis mon scalpel entre les valves de la coquille : la tige est rompue en de nombreux fragments de consistance molle.

Le 3, deux *Cardium* sont ouverts ; le stylet est à peu près dans le même état que la veille, mou, crevassé.

Le 4, je dissèque deux *Cardium* : l'état de diffluence est plus accentué, la tige est notablement diminuée de volume, segmentée en un grand nombre de tronçons.

Le 5 Décembre, enfin, après un jeûne absolu de onze jours, j'examine les 4 dernières Bucardes ; trois d'entre elles étaient mortes, dégageant déjà une odeur désagréable, la quatrième, douée encore d'un reste de vie, possédait seule un stylet, en complète diffluence, d'ailleurs.

J'ai répété à plusieurs reprises cette expérience, qui m'a toujours donné des résultats identiques. En somme, ce n'est guère qu'à partir du huitième jour que le stylet commence réellement à s'altérer chez des *Cardium* placés dans d'aussi mauvaises conditions que possible; chez les Moules, d'après Haseloff, la diffluence de la tige débute dès le deuxième jour, et, le huitième la résorption est complète. Est-il raisonnable d'admettre que des animaux ayant à

(1) Depuis quatre ou cinq ans, j'ai ouvert certainement plus de dix mille *Cardium edule* frais, à toutes les époques de l'année, et *pas une seule fois*, je n'ai manqué de rencontrer le stylet. Encore une fois, est-il admissible de croire que, sur ce nombre très considérable d'observations, je n'aie jamais eu la bonne fortune de rencontrer une fois le cœcum vide, au moment où l'animal venait d'utiliser ses réserves ? C'est donc qu'il n'en use jamais..... Poser cette question, c'est la résoudre.

leur disposition d'abondants matériaux de réserve, attendent huit jours avant d'entamer leur provision, alors que, chez une espèce voisine, de mœurs analogues, le besoin s'en fait sentir dès le deuxième jour? Ce n'est point dans cette direction qu'il faut chercher la solution du problème; ce qui ressort des expériences précitées, c'est que la tige cristalline se détruit au fur et à mesure que l'animal souffre davantage : cette déchéance n'a rien qui doive étonner quand on songe à l'état d'extrême débilitation dans lequel se trouve l'organisme tout entier. Et si la diffluence est plus lente à se produire chez le *Cardium* que chez la Moule, cela tient tout simplement aux différences de constitution que nous avons énumérées dans le chapitre précédent. C'est la seule conclusion qu'une logique serrée permette de tirer des expériences d'Haseloff et des miennes.

J'ai gardé pour la fin un argument plus topique encore peut-être que tous ceux que je viens d'accumuler; d'après Haseloff, le stylet ne peut avoir une origine épithéliale, car, s'il en était ainsi, on devrait trouver deux espèces de cellules dans l'épithélium du tube digestif, les unes chargées de la sécrétion de la tige, les autres de l'absorption des matières alimentaires — ou bien les cellules devraient fonctionner différemment suivant les époques, et offrir alors des variations dans leur constitution. Or, jamais rien de semblable n'a été observé par l'auteur : « Es sind aber weder zweierlei Epithelzellen vorhanden, noch konnte ich derartige Veränderungen bemerken (1).» Tout en écrivant cette phrase nettement négative, Haseloff a donné dans sa planche des dessins fort exactement faits qui démentent absolument sa manière de voir ; il suffit de jeter les yeux sur les figures 2, 3, 6 et 7 de son travail pour voir de suite qu'il a parfaitement représenté les différences profondes qui existent entre l'épithélium intestinal d'une part, et l'épithélium cœcal de l'autre, avec ses dimensions élevées, ses cils denses et son plateau cuticulaire très épais. J'espère avoir clairement démontré, dans la seconde partie de ce travail, les relations étroites qui existent entre l'épithélium cœcal et la tige cristalline; elles peuvent se résumer ainsi : chez tous les Lamellibranches qui possèdent un stylet, cet organe est logé dans un cœcum propre, tantôt libre, tantôt accolé à l'intestin et communiquant avec lui, revêtu d'un épithélium à caractères spéciaux qu'on ne retrouve en aucun autre point du tube digestif.

(1) Haseloff : Loc. cit., p. 34.

Je crois avoir victorieusement réfuté tous les arguments invoqués par Hazay et par Haseloff en faveur de leur théorie, et le dernier paragraphe m'amène tout naturellement à parler de l'origine véritable du stylet. C'est, en effet, aux dépens de la sécrétion de l'épithélium en question que se forme la tige cristalline; par ses caractères chimiques, par son aspect extérieur, par ses zones stratifiées, la tige offre tous les caractères d'une production cuticulaire, et si je n'insiste pas davantage sur cette identité, c'est que je l'ai fait à maintes reprises déjà dans le courant de ce chapitre : je me bornerai seulement à rappeler l'étroite ressemblance qui existe entre le stylet et la cuticule des kystes à échinocoques.

La tige cristalline est formée par la gélification d'une foule innombrable de corpuscules réfringents qu'on retrouve souvent entiers soit au centre du noyau, soit dans l'intimité même des couches (voir plus haut page 40 et Pl. V, fig. 3 et 4), en certains points plus ou moins étendus où la cuticularisation n'a pas été complète. C'est pour cette raison que la surface externe du stylet est toujours revêtue d'une mince couche granuleuse, comme on peut le voir dans les figures 2 et 5 de la Planche V : ces granulations représentent les derniers produits de sécrétion qui ne se sont pas encore pris en gelée et dont l'aspect est tout à fait semblable à celui des corpuscules réfringents que j'ai signalé plus haut (1) dans l'intérieur même des cellules à longs cils denses qui revêtent le cœcum. Les caractères de cet épithélium sont aussi nets au point de vue physiologique qu'au point de vue histologique, ce qui faisait dire à Sabatier : « L'épithélium brun jaunâtre de la gouttière supérieure de l'estomac tubulaire appartient exclusivement à cette région de l'estomac..... Quelque nombreuses qu'aient été les préparations que j'ai observées, je n'ai jamais rencontré dans cette couche d'épithélium la plus petite parcelle d'aliments solides. L'aspect particulier de ses cellules, leur richesse en protoplasme granuleux, me portent à la considérer surtout comme un *épithélium de sécrétion* destiné à fournir à l'estomac un liquide digestif (2) ». Il est bien certain que cet épithélium à cils denses a tous les caractères d'un épithélium de sécrétion : c'est à lui qu'est

(1) Voir *Revue Biolog. du Nord*, T. I, 1888-89.
(2) Sabatier : loc. cit., p. 28-29.

dévolue la fonction de sécréter les fines granulations réfringentes aux dépens desquelles se constituera la tige cristalline (1).

L'anatomie comparée nous donne, au sujet de l'origine cuticulaire de la tige, des renseignements qui méritent quelque attention. En effet, le stylet cristallin n'existe pas seulement chez les Lamellibranches, comme on l'avait cru autrefois. Dès 1829, Collier, chirurgien à Ceylan, avait observé une production analogue dans « every species of *Strombus*, in *Trochus turritus* and a species (*Vertagus?*) of *Murex* ». Ce « crystalline styllett » est enfermé dans une gaîne spéciale, parallèle à l'œsophage, et s'ouvrant dans l'estomac. L'extrémité du stylet qui fait saillie dans le sac stomacal est obtuse, aplatie, et fixée en place par une sorte de crochet de même substance. La portion supérieure est arrondie, homogène, légèrement conique, transparente et de consistance gélatineuse (2).

C'est avec les plus grandes réserves que je cite le rapprochement fait par Moquin-Tandon entre le stylet cristallin des Lamellibranches et le « corps cartilagineux, allongé, cylindrique, un peu obtus, à peine arqué, blanchâtre, comme nacré », qu'il a décrit *dans l'estomac* des Bythinies, à la paroi duquel était fixé ce singulier appendice (3).

Il n'en est pas de même au sujet de la remarquable observation faite par *Huxley* sur le *Pterocеras*. Chez ce Mollusque, le cœcum pylorique contient un véritable stylet qui, à sa partie inférieure, fait saillie dans l'estomac ; il semble qu'on rencontre également ici quelque chose de comparable à la flèche tricuspide, car le savant naturaliste anglais ajoute : « The end of the style..... is opposed by one or two cartilaginons plates upon the principal elevation. » Pour Huxley, « il semble probable que le stylet est sécrété par la paroi du cœcum polyrique et qu'il joue le rôle d'une plaque gastrique destinée à aider la trituration des aliments, bien que sa struc-

(1) Je ne puis me rendre aucun compte du rôle physiologique que peut être appelé à jouer l'épithélium de cette singulière gouttière que j'ai signalée dans le cœcum des *Donax*, *Solen*, *Pholas*, etc... et que je crois avoir retrouvée chez le *Cardium edule*, dans l'épaisseur de l'un des deux gros bourrelets qui, en se réunissant sur la ligne médiane, séparent le tube digestif proprement dit du cœcum.

(2) Collier : *General observations on Univalves*. The Edimburgh new Phil. Journal, t. VI, p. 225, 1829.

(3) Moquin-Tandon : *Hist. nat. des Mollusques terr. et fluviat. de France*, t. I, p. 44, Pl. xxxviii, fig. 21 et Pl. xxxix, fig. 30, 1855.

ture transparente et délicate ne paraisse point le prédestiner à cet usage (1). »

Chez l'Escargot (*Hélix pomatia*), il n'y a point de cœcum proprement dit, mais, d'après Yung, la cuticule qui tapisse toute l'étendue du tube intestinal atteint parfois, après la période d'hibernation, une épaisseur et une consistance considérables : « Dans les mois de Février et de Mars, on trouve fréquemment l'intestin obstrué par une sorte de bouchon composé de cellules endothéliales enveloppées dans des écailles cuticulaires, détachées de la paroi à la suite d'une véritable mue. Ces paquets de cellules abondent surtout dans l'intestin proprement dit, en arrière du cœcum, mais on en rencontre également dans l'estomac. Le bouchon est quelquefois si volumineux et si compact qu'il est moulé sur la lumière de l'intestin, ressemblant à la tige cristalline des Lamellibranches. Nous en avons mesuré un de 15 millimètres de long dans une des anses intestinales comprises dans le foie. La transparence de cet exsudat n'est jamais parfaite, et en le délayant dans l'eau on y constate toujours des débris de cellulles et de nombreux noyaux. Durci dans l'alcool et coupé transversalement en tranches minces, on y voit des couches concentriques, ainsi que dans la cuticule adhérente, lorsque celle-ci atteint une certaine épaisseur. Ces couches ou strates correspondent sans doute aux périodes de plus grande activité des cellules sécrétoires (2). »

Il y aurait, on le voit, un grand intérêt à étudier la structure de l'épithélium du cœcum qui, chez les espèces indiquées par Collier et par Huxley, renferme un stylet cristallin : c'est ce que je me propose de faire dès que l'occasion s'en présentera. Bien que d'un ordre moins important, les faits observés par Yung sur l'Escargot n'en comportent pas moins un enseignement, car ils confirment les faits que nous avons avancés plus haut; la formation du bouchon cuticulaire nous montre bien quelle est l'origine du stylet. Mais, chez les Lamellibranches, l'appareil producteur s'est extrêmement différencié, les cellules sécrétrices ont pris des caractères spéciaux en rapport avec leur plus grande activité fonctionnelle, et le produit final est bien plus homogène.

(1) Huxley : *Morphology of the Cephalous Mollusca.* Philos. Transact., p. 60, pl. V, fig. 16-17, 1853.

(2) Yung : loc. cit., p. 34, 35.

§ III. FONCTIONS PHYSIOLOGIQUES DU STYLET

Il y a, nous l'avons vu, deux parties bien distinctes à envisager dans l'appareil hyalin des Lamellibranches : le stylet proprement dit, et le singulier corps nommé par Poli *flèche tricuspide*.

Ainsi qu'il ressort de nos précédentes descriptions, cette dernière n'est que le moule interne, plus ou moins complet, de l'estomac, dont elle rend fidèlement les creux et les saillies; c'est un simple appareil de protection, analogue à ce curieux organe que Ant. Schneider vient de décrire récemment, chez les Arthropodes en particulier (1), sous le nom de *Trichter*. Cet « entonnoir » est une sorte de tube chitineux, tantôt simple, tantôt composé de plusieurs couches, qui flotte librement dans l'intestin moyen, et quelquefois jusque dans l'intestin terminal, empêchant ainsi tout contact direct entre le bol alimentaire et l'épithélium stomacal. Schneider a constaté sa présence chez tous les Insectes qui avalent, en même temps que leur nourriture habituelle, une grande quantité de corps durs étrangers, tels que grains de quartz, de silice, frustules de Diatomées, carapaces chitineuses de Rotifères, etc.; il manque au contraire chez les insectes carnassiers proprement dits et chez ceux qui n'absorbent que des sucs végétaux : c'est donc bien un organe de protection.

Les Lamellibranches en ont plus besoin peut-être que n'importe quel autre animal, car ils absorbent toujours une grande quantité de boue ou de sable et j'ai trouvé constamment leur intestin bourré de corps étrangers les plus divers et les plus aigus. La flèche tricuspide de Poli n'est donc autre chose qu'une sécrétion cuticulaire, fournie par les cellules stomacales et destinée à protéger l'épithélium de l'intestin moyen contre les blessures qu'amènerait évidemment un contact intime avec le bol alimentaire.

Quant au rôle dévolu au stylet proprement dit, il est autrement malaisé à établir ! Les opinions les plus diverses ont été émises à ce sujet, mais aucune d'elles ne peut résister à une critique impar-

(1) L'auteur dit avoir également rencontré le *Trichter* chez certains Gastéropodes *(Lymnœus, Helix, Limax)*, mais sans donner aucun autre détail : « Die Trichterbildung ist sogar nicht bloss auf die Arthropoden beschränkt, sondern kommt auch bei den Mollusken so z. B. bei den Gastropoden vor. Ich finde sie bei *Lymneus*, *Helix*, und *Limax*. Die Nahrung im Mitteldarm wie die abgelegten Fäces sind von einer festen. Haut umgeben, uber deren Zuzammnesetzung und Entstehung ich mir vorbehalte genauere Angaben zu veröffentlichen.

Ant. Schneider : *Ueber den Darmkanal der Arthropoden*. Zool. Beitrage, Bd. III, 1888.

tiale et sévère. J'ai rapporté, dans l'historique du présent travail, ces différentes théories, je me bornerai donc à les rappeler brièvement pour pouvoir les discuter.

1° Le stylet cristallin joue un rôle dans l'acte de la génération (von Heide, Cailliaud).

2° C'est un vestige de splanchnosquelette (Carus), une sorte de soutien destiné à donner de la rigidité au pied (Garner).

3° Il représente vraisemblablement un indice de la langue des Céphalophores et par conséquent un organe de mastication (Meckel, Garner) (1).

4° Le stylet sert à remuer les matières alimentaires pendant qu'elles sont soumises à l'action des sucs gastriques (Milne-Edwards).

5° Les aliments sont malaxés et broyés entre le stylet et la couche de cils denses de l'épithélium cœcal (Sabatier).

6° Le stylet joue le rôle de Typhlosolis ; il rend plus étroite la lumière de l'intestin et permet ainsi un contact plus intime entre le bol alimentaire et l'épithélium d'absorption (Krükenberg).

7° Le stylet est uniquement constitué sur des matériaux de réserve, emmagasinés par le Mollusque à l'effet de parer aux disettes futures (Hazay, Haseloff).

La première de ces opinions ne mérite même point d'être prise au sérieux : le stylet est une dépendance du système digestif, et n'a jamais eu rien de commun avec le système génital.

L'assimilation du stylet à un splanchnosquelette est tout aussi fantaisiste ; la tige a si peu pour but de donner de la rigidité au pied que, chez l'Anodonte, par exemple, où le pied est énorme, la tige est relativement grêle et ne pénètre même pas dans cet organe ! Chez l'Anomie, le pied est très rudimentaire, tandis que le stylet, d'une longueur extraordinaire, est logé dans un cœcum fort développé, qui s'étend bien loin dans le lobe droit du manteau. On pourrait aisément multiplier ces exemples.

Est-il possible, d'autre part, d'assimiler le stylet à la langue des Céphalophores, et d'en faire par conséquent un organe de mastication ? Mais la radule est une dépendance de la cavité buccale, c'est-à-dire de l'intestin antérieur, tandis que le stylet naît dans un diverticulum

(1) Garner est un éclectique : il admet tout à la fois que la tige cristalline est l'analogue de la langue des Céphalophores, qu'elle sert à donner de la rigidité au pied, et que les pointes de la flèche ont pour effet de modérer et de régulariser le cours de la bile.

de l'estomac, c'est-à-dire de l'intestin moyen. D'ailleurs, l'anatomie comparée nous donne de précieux enseignements sur la nullité de ce rapprochement : chez les *Strombus*, les *Murex*, les *Pterocerus*, etc., en un mot chez tous les Gastéropodes qui possèdent une tige cristalline, on rencontre également et en même temps une radule. Ce fait clôt toute discussion.

L'opinion de MILNE-EDWARDS n'est guère plus soutenable, et tout ce que nous avons observé du stylet cristallin ne permet point d'admettre qu'il puisse « servir à triturer les matières alimentaires pendant qu'elles sont soumises à l'action des sucs gastriques. » Outre que le stylet n'a point la rigidité et surtout la solidité nécessaire pour jouer ce rôle brutal, on devrait retrouver à tout le moins un appareil musculaire spécial destiné à faire mouvoir cette sorte de marteau-pilon : inutile d'ajouter qu'il n'en est rien. La tige est si peu apte à ce rôle de malaxeur, que j'ai constamment trouvé en déliquescence la partie de cet organe qui pend librement dans la cavité stomacale.

La théorie de SABATIER n'est point davantage acceptable ; il est tout à fait impossible que les aliments soient malaxés et broyés entre le stylet et la couche de cils denses de l'épithélium cœcal, et il y a pour cela de bonnes raisons, c'est que le bol alimentaire ne suit pas ce chemin ; ici encore, le choix d'un mauvais type (la Moule) et l'absence de contrôle sur des espèces variées ont faussé les résultats. Si on examine un type à cœcum nettement différencié, la Pholade, par exemple, on constate aisément qu'une sorte de sphincter en forme de collerette sépare le cœcum de l'estomac, ne laissant à son centre qu'un orifice exactement rempli par le stylet : *jamais on ne trouve d'aliments dans le cœcum sur des animaux frais*, ainsi qu'il ressort des centaines d'observations que j'ai faites à cet égard. Chez les formes à cœcum soudé à l'intestin, la disposition est la même dans ses traits généraux, mais le cœcum n'étant séparé de l'intestin par deux bourrelets, *fortement accolés,* il est vrai, il arrive parfois, surtout lorsqu'on examine des animaux ayant souffert et dont les muscles sont relâchés, que quelques fragments alimentaires passent dans le cœcum, entre la tige et la couche épithéliale : mais c'est une exception, une anomalie.

Normalement, le bol alimentaire suit tout simplement l'intestin, et n'a aucun contact, par conséquent, ni avec la tige, ni avec les cellules

à cils denses. Le stylet est d'ailleurs toujours lisse et dépourvu à sa surface de corps étrangers, ce qui n'aurait pas lieu si l'hypothèse de SABATIER était exacte.

La même objection peut être opposée à l'opinion émise par KRÜKENBERG ; la tige cristalline n'est point en rapport avec les aliments, et ne peut en conséquence jouer le rôle de *Typhlosolis*.

J'ai démontré, dans un paragraphe précédent, l'inanité des théories d'HAZAY et d'HASELOFF au sujet de l'assimilation du stylet à une réserve nutritive : je n'y reviendrai donc point.

S'il est aisé de montrer ce que le stylet ne peut être au point de vue physiologique, il est autrement difficile de fixer ses véritables fonctions, fonctions importantes sans aucun doute, puisque cet organe se retrouve chez la généralité des Lamellibranches (je ne connais point d'exception, pour ma part).

J'avoue que cette question m'a longtemps préoccupé sans que je puisse y apporter de solution satisfaisante. L'explication que je vais proposer me paraît seule rationnelle, car seule elle s'accorde avec les caractères physiques et chimiques de la tige ainsi qu'avec les faits observés.

Nous avons démontré, au début de ce paragraphe, que la flèche tricuspide n'est autre chose qu'un organe de revêtement, formé aux dépens de la cuticule de l'épithélium stomacal et destiné à protéger l'intestin moyen contre les violences extérieures, c'est-à-dire contre les éraillures qu'amènerait inévitablement un contact intime avec les nombreux corps étrangers que contient le bol alimentaire : c'est l'analogue du *Trichter*, observé chez un grand nombre d'animaux, et en particulier chez les Arthropodes et chez quelques Gastéropodes par SCHNEIDER. Mais l'intestin terminal a, lui aussi, besoin d'être protégé et, chez nombre des formes étudiées par le savant professeur, le *Trichter* se prolonge bien loin dans le tube digestif, parfois jusqu'aux abords de l'anus. Chez d'autres types, le même but est atteint, mais par des moyens différents : le bol fécal est entouré d'une membrane adventice qui l'isole complètement, lui permettant de glisser facilement dans les anses intestinales et d'arriver au jour sans blesser l'épithélium. Ce processus est assez répandu dans le règne animal, mais j'insisterai tout particulièrement sur ce que SCHNEIDER l'a observé chez certains Gastéropodes.

Rien de semblable n'existe chez les Lamellibranches ; la flèche

tricuspide est limitée à l'estomac, et jamais je n'ai rencontré la moindre membrane adventice autour des fèces. Par contre, j'ai remarqué que les excréments des Bivalves sont très cohérents ; ils sont agglutinés, pour ainsi dire, par une matière mucoïde qui les lubréfie et leur permet de franchir, sans les froisser, les différentes circonvolutions du tube digestif : il est facile de s'assurer du fait par une dissection soignée, et c'est une observation que j'ai répétée à maintes reprises. Si l'on se rappelle le fait que j'ai signalé plus haut, à savoir la diffluence constante et très nette du stylet cristallin dans les sucs digestifs, un rapprochement s'impose de suite : la substance propre de la tige ainsi liquéfiée s'amalgame avec les résidus du bol alimentaire, en forme une sorte de pâte visqueuse, onctueuse, au sein de laquelle les corps étrangers englobés traversent l'intestin sans le blesser. C'est donc également un rôle de protection que joue le stylet cristallin, quoique d'une façon indirecte.

Cette manière de voir est la seule compatible avec ce que nous savons dudit organe ; le stylet est, en effet, un organe de nature albumimoïde, se résolvant en une gelée visqueuse, voisin de la mucine — c'est-à-dire d'une substance lubrifiante par excellence — qui, d'après sa constitution chimique, ne paraît point à même de prendre une part active à l'acte de la digestion. L'extrémité de la tige qui pend librement dans l'intestin se dissout sans cesse dans les sucs biliaires, c'est là un fait d'observation courante : or, des recherches de Frédéricq, de Bourquelot, de Krükenberg, Yung, etc... il résulte que le foie des Mollusques déverse dans l'estomac un liquide qui, chez l'Escargot par exemple, « peptonise les albuminoïdes, saccharifie les féculents et saponifie les graisses (Yung). » Ceci est en complet accord avec les observations du Professeur Lambling, qui a vu les stylets en nature se dissoudre rapidement dans de la peptone additionnée d'acide chlorhydrique à 3 p. 1000.

En résumé, voici comment se passent les choses : le stylet cristallin est sécrété par l'épithélium cæcal, d'une manière continue (1);

(1) La disposition stratifiée de la substance constitutive du stylet semblerait peut-être indiquer que la sécrétion en est périodique; il n'y a là cependant aucune certitude, car, dans les kystes à échinocoques, par exemple, la membrane cuticulaire présente les mêmes particularités et je ne pense pas qu'on en puisse pourtant dire qu'elle est sécrétée d'une façon périodique, par poussées successives. J'inclinerais plutôt à croire qu'il en est de même pour le stylet cristallin des Lamellibranches.

grâce à l'action des cils de cet épithélium, il descend peu à peu dans la cavité stomacale, en tournant sur son axe (ce qui explique la disposition en spirale des éléments étrangers parfois contenus au centre du noyau); la partie qui fait saillie dans l'estomac subit l'action des sucs hépato-pancréatiques, se dissout, et enrobe, pour ainsi dire, le rebut du bol alimentaire d'une matière lubréfiante qui permet aux nombreux corps aigus que renferment les féces, de traverser, sans l'endommager, l'intestin terminal.

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire de Abbe, avec des objectifs de Zeiss.

Planche III

Fig. 1. — Coupe sagittale demi-schématique de l'appareil digestif d'un *Donax trunculus*.

Fig. 2. — Coupe horizontale de l'estomac d'un *Solen ensis*, au niveau de sa partie moyenne.

Fig. 3. — Coupe horizontale du cœcum d'un *Donax trunculus* au niveau de son extrémité inférieure. Obj. AA, oc. 2, (réduit d'un quart).

Fig. 4. — Epithélium du cœcum de *Donax trunculus* vu à un fort grossissement : *ci*, couche de cils et plateau cuticulaire ; *e*, cellules épithéliales ; *m*, muscles circulaires ; *t. c.* tissu conjonctif aréolaire. Obj. apochrom. $4^{m}/^{m}$, oc. compens. 8 (réduit des trois quarts).

Fig. 5. — Papille stomacale de *Pholas crispata*. Obj. AA, oc. 2.

Planche IV

Fig. 1. — Flèche tricuspide de *Scrobicularia piperata* (d'après Deshayes).

Fig. 2. — Flèche tricuspide de *Tellina nitida* (d'après Deshayes).

Fig. 3. — Coupe transversale d'une crypte biliaire de *Donax trunculus*. Obj. AA, oc. 2 (réduit de moitié).

Fig. 4. — Fragment d'une coupe de l'épithélium stomacal de *Donax trunculus*. Obj. AA, oc. 2.

Fig. 5. — Coupe horizontale de l'intestin du *Cardium edule*, au niveau de son extrémité inférieure. Obj. AA, oc. 2.

Fig. 6. — Coupe horizontale de l'intestin de l'*Ostrea edulis*, à sa partie moyenne. Obj. AA, oc. 2.

PLANCHE V

FIG. 1. — Coupe horizontale du cæcum de *Donax trunculus* pour montrer les détails de la gouttière : *epi*, épithélium normal ; *epa*, épithélium modifié ; *gt*, gouttière. Obj. AA, oc. 2.

FIG. 2. — Coupe transversale de la tige cristalline de *Pholas crispata*, grossie environ 30 fois. Les couches sont en réalité bien plus nombreuses, que n'a pu le figurer le graveur.

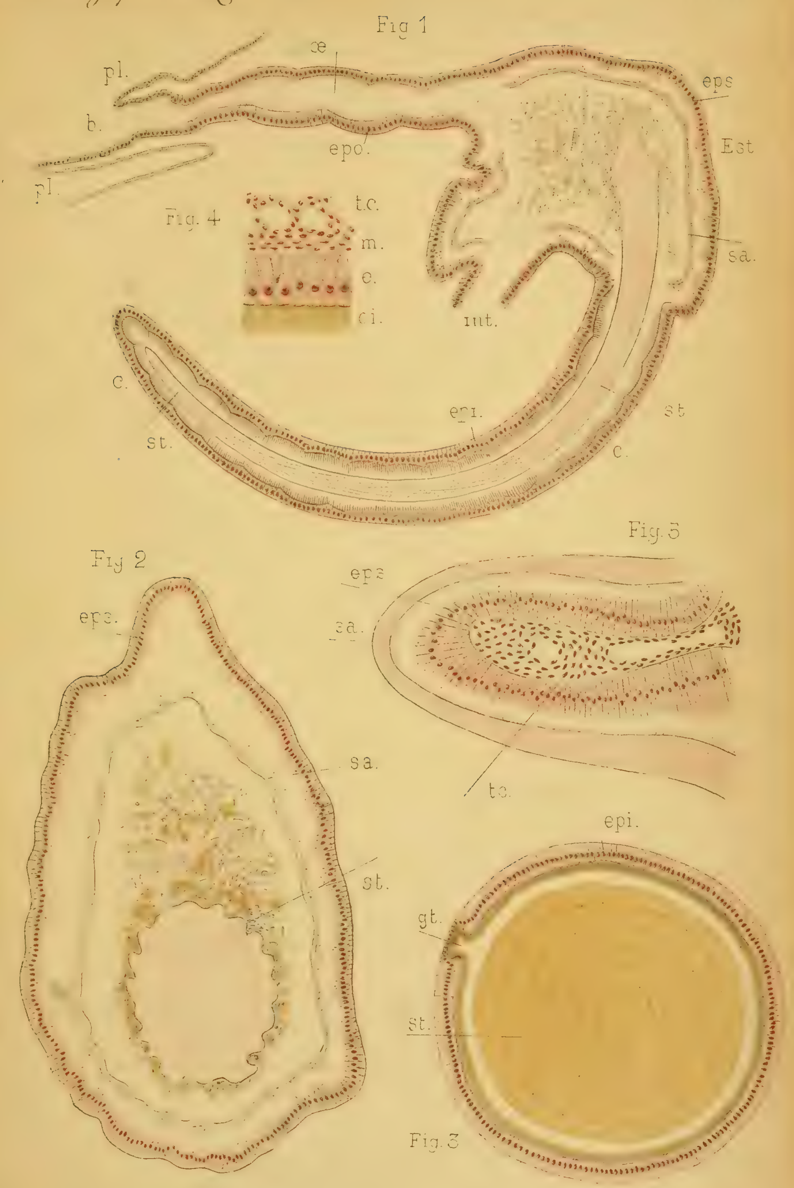
FIG. 3. — Partie centrale d'une tige cristalline de *Pholas crispata*, en coupe sagittale. Obj. CC, oc. 2.

FIG. 4. — Fragment d'une coupe transversale du stylet cristallin de *Pholas crispata*, vu à un fort grossissement pour bien montrer les points d'amas granuleux où la gélification ne s'est pas bien faite. Obj. F. oc. 2.

FIG. 5. — Coupe optique d'une tige cristalline d'*Anodonta anatina*, faiblement colorée dans le carmin boracique. Obj. AA, oc. 2 (réduit de moitié).

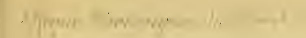
FIG. 6. — Partie centrale du stylet cristallin d'une autre *Anodonta anatina*, dont l'axe est occupé par un cordon de débris alimentaires. Obj. AA. oc. 2.

54002 - Lille. — Typ. & Lith. Le Bigot frères, Rue Nationale, 68.



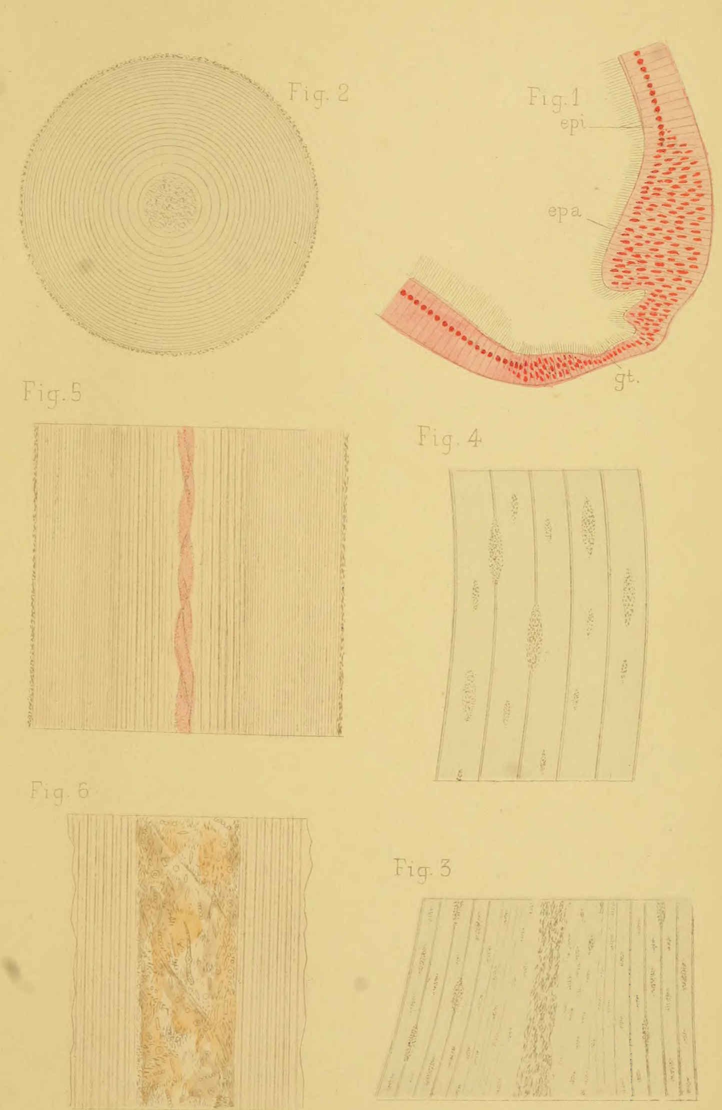
Th. Barrois et Roygl

STYLET CRISTALLIN DES LAMELLIBRANCHES.



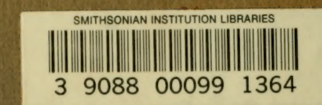
...ot frères, Lille

STYLET CRISTALLIN DES LAMELLIBRANCHES



C. Rogghé lith.

STYLET CRISTALLIN DES LAMELLIBRANCHES


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00099 1364